

Patent



Customer No. 31561
Application No.: 10/709,008
Docket No. 9003-US-PA

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Applicant : Chang
Application No. : 10/709,008
Filed : 2004/4/7
For : METHOD OF FABRICATING A POLYSILICON THIN FILM
Examiner : N/A
Art Unit : 2812

ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS
Arlington, VA22202

Dear Sirs:

Transmitted herewith is a certified copy of Taiwan Application No.: 92115200, filed on: 2003/6/5.

A return prepaid postcard is also included herewith.

Respectfully Submitted,
JIANQ CHYUN Intellectual Property Office

Dated: August 2, 2004

By: Belinda Lee
Belinda Lee
Registration No.: 46,863

Please send future correspondence to:

7F.-1, No. 100, Roosevelt Rd.,

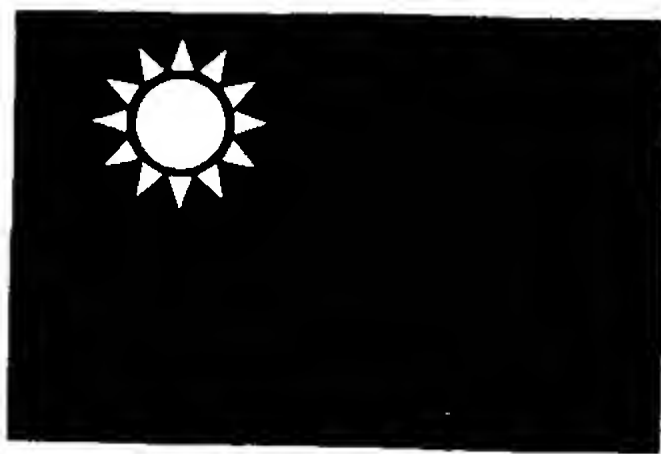
Sec. 2, Taipei 100, Taiwan, R.O.C.

Tel: 886-2-2369 2800

Fax: 886-2-2369 7233 / 886-2-2369 7234

E-MAIL: BELINDA@JCIPGroup.com.tw; USA@JCIPGroup.com.tw

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**



中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 06 月 05 日
Application Date

申請案號：092115200
Application No.

申請人：友達光電股份有限公司
Applicant(s)

BEST AVAILABLE COPY

局長

Director General

蔡練生

發文日期：西元 2004 年 5 月 日
Issue Date

發文字號：09320393890
Serial No.

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

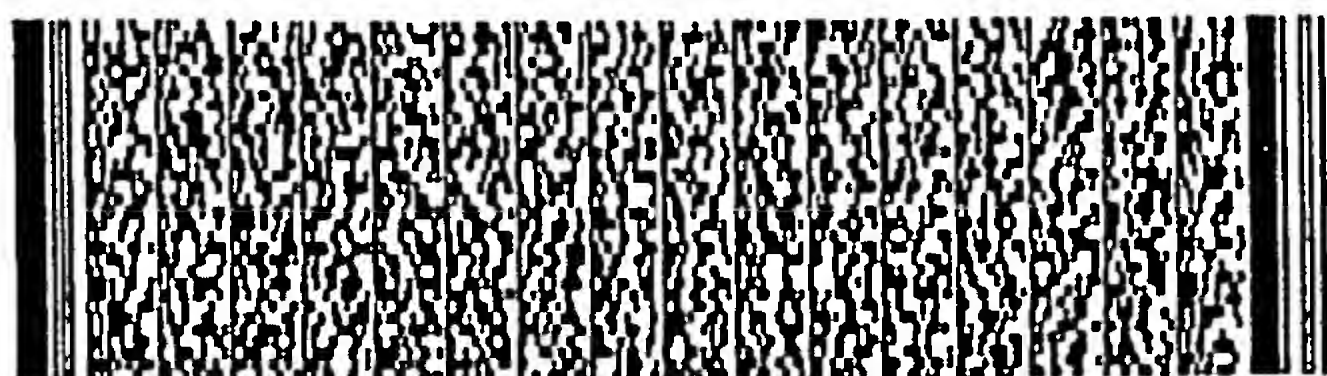


申請日期：	IPC分類
申請案號：	

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、 發明名稱	中 文	多晶矽薄膜的製造方法
	英 文	METHOD FOR MANUFACTURING POLYSILICON FILM
二、 發明人 (共1人)	姓 名 (中文)	1. 張茂益
	姓 名 (英文)	1. Mao-Yi Chang
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (中 文)	1. 台北市大安區師大路105巷2號
	住居所 (英 文)	1. No. 2, Lane 105, Shda Rd., Daan Chiu, Taipei, Taiwan 106, R.O.C.
三、 申請人 (共1人)	名稱或 姓 名 (中文)	1. 友達光電股份有限公司
	名稱或 姓 名 (英文)	1. Au Optronics Corporation
	國 籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中 文)	1. 新竹科學工業園區新竹市力行二路一號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英 文)	1. No. 1, Li-Hsin Rd. II, Science-Based Industrial Park, Hsinchu, Taiwan, R.O.C.
	代表人 (中文)	1. 李焜耀
	代表人 (英文)	1. Kun-Yao Lee



90031wf.pld

四、中文發明摘要 (發明名稱：多晶矽薄膜的製造方法)

本發明係利用一般多晶矽層形成時表面突起具有不同高度的現象，利用部分高度較高的突起產生晶種，使用於接下來的結晶化步驟中，因此能夠使新形成的多晶矽薄膜具有大小均勻且顆粒較大的晶粒，並具有數量與密度較少的突起，進而具有較佳的表面平坦度。

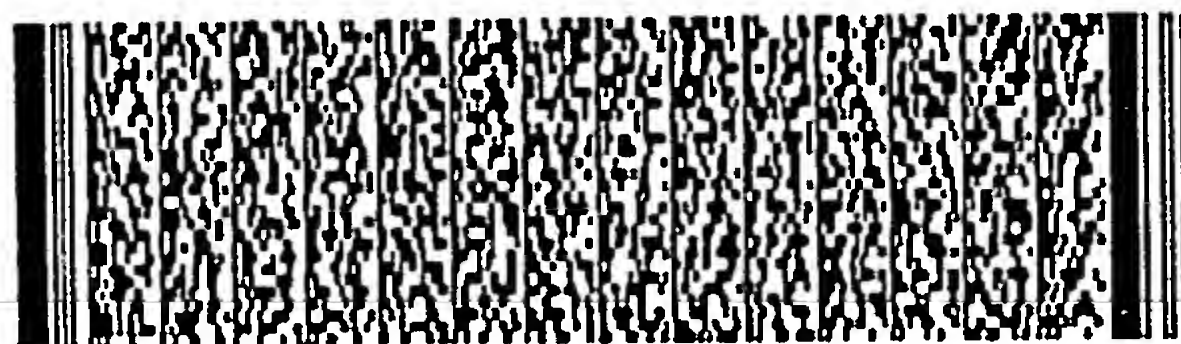
伍、(一)、本案代表圖為：第___2E___圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

200：基底 202：絕緣層 218：第二雷射退火製程
220：液態矽層 222：矽微粒

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD FOR MANUFACTURING POLYSILICON FILM)

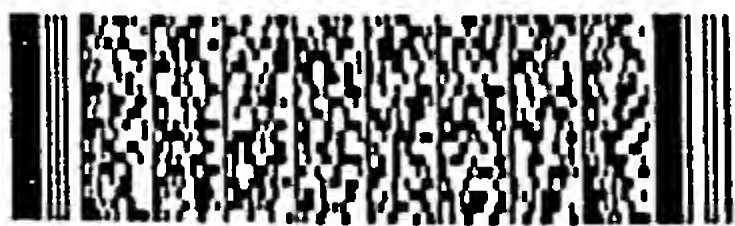
The phenomena of different height of the protrusions are formed when the polysilicon layer is formed is used by this invention, a portion of higher protrusions are used to form discrete seeds for next crystallization process, therefore the new formed polysilicon film has uniform and larger grain, and has less amount and the density of the protrusion, further the flatness of surface is



四、中文發明摘要 (發明名稱：多晶矽薄膜的製造方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：METHOD FOR MANUFACTURING POLYSILICON FILM)

better.



一、本案已向

國家(地區)申請專利 申請日期 案號 主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、☐主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項☐第一款但書或☐第二款但書規定之期間

日期：

四、☐有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

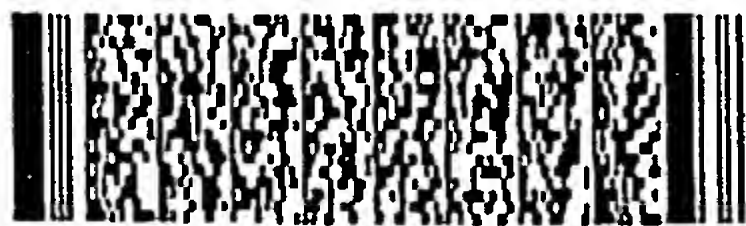
寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

無

☐熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



五、發明說明 (1)

【發明所屬之技術領域】

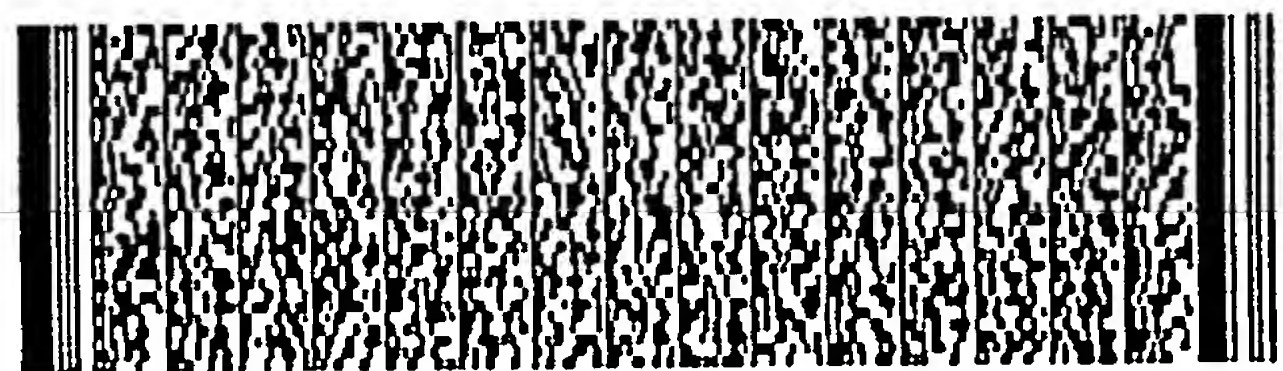
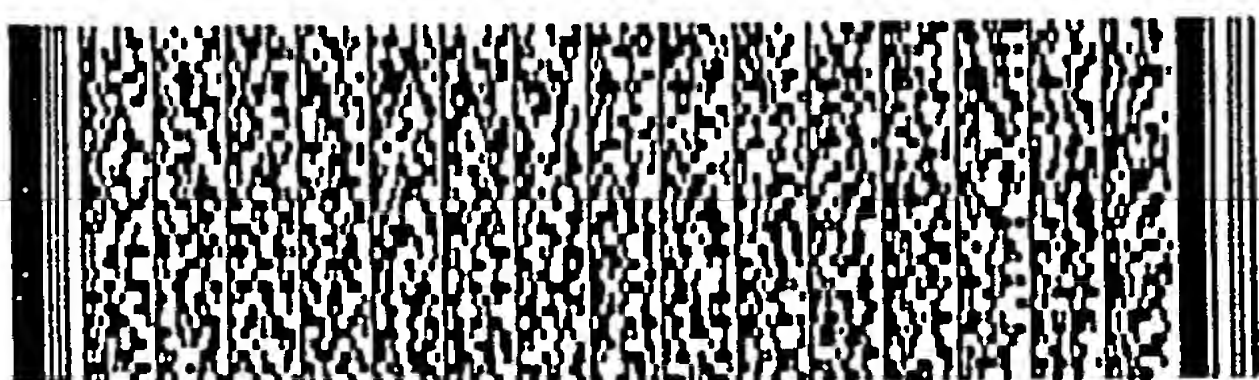
本發明是有關於一種薄膜電晶體液晶顯示器(TFT-LCD)的製造方法，且特別是有關於一種薄膜電晶體液晶顯示器中薄膜電晶體陣列之多晶矽薄膜的製造方法。

【先前技術】

一般主動式陣列液晶顯示器因材質可以分為多晶矽薄膜電晶體以及非晶矽薄膜電晶體兩種，其中多晶矽薄膜電晶體由於可以整合驅動電路，故可以提供較非晶矽薄膜電晶體為高之開口率及降低成本，然而多晶矽薄膜電晶體技術被大力推崇的另一個原因是多晶矽薄膜電晶體能夠大幅縮小元件尺寸，以達到高解析度，一般要量產多晶矽薄膜電晶體液晶顯示器，必須具有低溫製造技術(約攝氏450至550度)、高品質之閘極絕緣膜的低溫成膜技術以及大面積之離子佈植技術三項要件。

基於玻璃基板的價格考量，而採用低溫狀態下進行薄膜的成長，故先是有固相結晶法(Solid Phase Crystallization, SPC)的引進，但其反應的溫度仍偏高，反應溫度約為600度且結晶性差，之後，則發展出將準分子雷射(Excimer Laser)應用於上述低溫薄膜結晶的準分子雷射結晶化(Excimer Laser Crystallization, ELC)或是準分子雷射退火(Excimer Laser Annealing, ELA)製程，藉由使用雷射對非晶矽薄膜進行掃描使其熔融，再重新結晶成為多晶矽薄膜。

由於準分子雷射結晶製程具有將製程溫度降至低於攝



五、發明說明 (2)

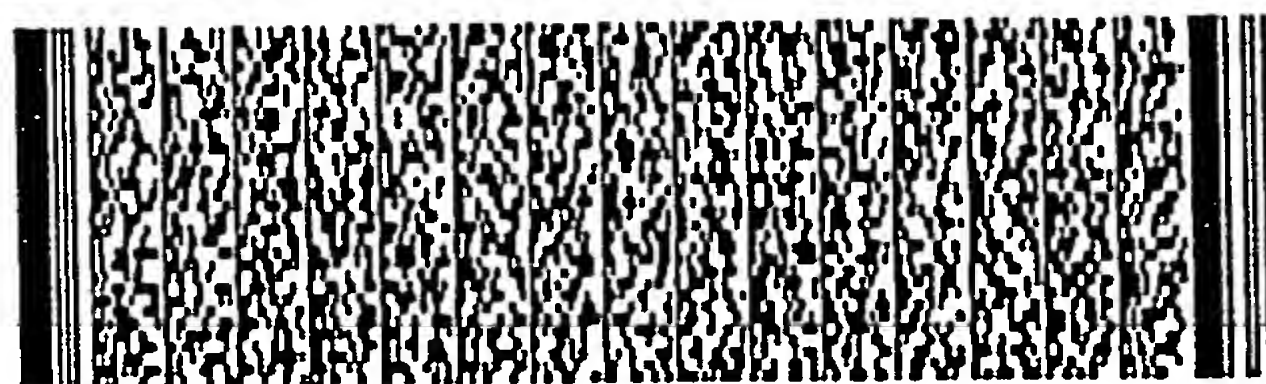
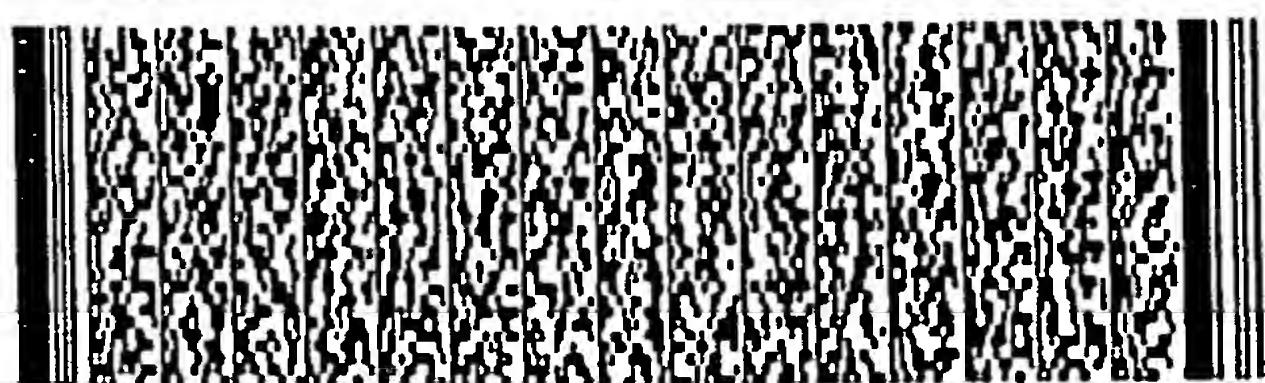
氏450度的能力，並且由雷射結晶法所形成的多晶矽薄膜具有較固相結晶法高的電子遷移率及較低的漏電流，因而能夠採用更為低價的玻璃基板，進一步的降低製程的成本，並得到較佳的薄膜電晶體元件特性。

第1A圖至第1B圖所繪示為習知多晶矽薄膜的製造流程圖。

首先，請參照第1A圖，提供一基底100，此基底100上具有絕緣層102，接著再於絕緣層102上形成一層表面平整之非晶矽層104。在非晶矽層104沈積之後，利用足夠能量之準分子雷射106，使非晶矽層104幾近完全熔融。所謂幾乎完全熔融指的是在絕緣層的表面上會殘存一些未熔融之非晶矽顆粒(未圖示)以作為晶種。

接著請參照第1B圖，熔融之非晶矽層104以未熔融之非晶矽顆粒為晶種(Discrete Seeds)，結晶化後成為多晶矽層108，此多晶矽層108係用於薄膜電晶體之源極/汲極區域以及通道區域。

一般在習知多晶矽薄膜的結晶過程中，一定需將準分子雷射的能量密度控制在剛好可以讓非晶矽層幾乎完全熔融，同時又可以殘留一些未熔融之非晶矽顆粒以作為結晶之晶種，如此才會有較佳的結晶效果，但是準分子雷射係屬於脈衝式雷射，每一脈衝之能量密度皆會有所差異，所以準分子雷射在能量密度上的控制不易，使得最後晶粒的大小尺寸不一致，並且於晶粒邊界形成許多突起(Protrusion)，進而導致多晶矽薄膜的均勻性不佳，而影



五、發明說明 (3)

響後續薄膜電晶體的元件特性。

【發明內容】

因此，本發明的目的在提出一種多晶矽薄膜的製造方法，能夠形成具有較大尺寸的晶粒，並能夠降低形成於晶粒邊界之突起的數量與密度，以得到具有較佳表面平坦度的多晶矽薄膜，並且此多晶矽薄膜應用於薄膜電晶體及/或其他電子元件時具有較佳的元件特性。

本發明提出一種多晶矽薄膜的製造方法，此方法係提供一基底，並於基底上形成第一多晶矽層，其中第一多晶矽層上具有不同高度的複數個第一突起。接著，於第一多晶矽層上形成第一非晶矽層，此第一非晶矽層上具有不同高度的第二突起，此些第二突起的頂端與基底表面之最大距離為 X_1 、與基底表面之最小距離為 Y_1 。接下來進行雷射退火製程，將總厚度低於 Z_1 之第一非晶矽層與第一多晶矽層的部分熔融(其中 $Y_1 < Z_1 < X_1$)。此時，頂端與基底表面之距離大於 Z_1 的一部分第二突起並未完全熔融，維持固態，而成為複數個矽微粒，這些矽微粒的數目會小於第一突起的數目。接下來進行結晶化步驟，此時熔融態的矽原子會以這些矽微粒為晶種，結晶化後結晶成長為第二多晶矽層。

本發明提出另一種多晶矽薄膜的製造方法，此方法係提供一基底，接著於基底上形成第一多晶矽層，其中第一多晶矽層上具有複數個第一突起，且此些第一突起具有不同高度，並且第一突起的頂端與基底表面之最大距離為 X



五、發明說明 (4)

2、與基底表面之最小距離為 Y_2 。接著，對第一多晶矽層進行蝕刻製程，將厚度低於 Z_2 的第一多晶矽層部分去除（其中 $Y_2 < Z_2 < X_2$ ）。此時，頂端與基底表面之距離大於 Z_2 的第一多晶矽層部分並未被完全蝕刻，因而在基底表面上形成複數個矽微粒，這些矽微粒的數目會小於第一突起的數目。然後，於基底與矽微粒上形成第一非晶矽層，再進行雷射退火製程。藉由提供適當的雷射能量，使第一非晶矽層完全熔融並維持矽微粒為固態。接下來進行結晶化步驟，此時熔融態的矽原子會以這些矽微粒為晶種，結晶化後結晶成長為第二多晶矽層。

如上所述，本發明係利用一般多晶矽層形成時表面突起具有不同高度的現象，使用部分高度較高的突起產生的晶種，使用於接下來的固化步驟中，因此能夠使新形成的多晶矽薄膜具有大小均勻且顆粒較大的晶粒，並具有數量與密度較少的突起，進而具有較佳的表面平坦度。

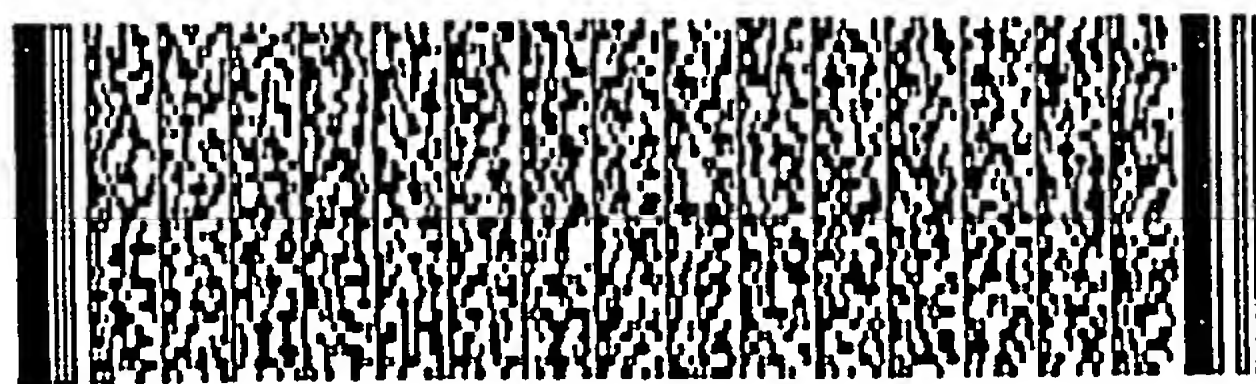
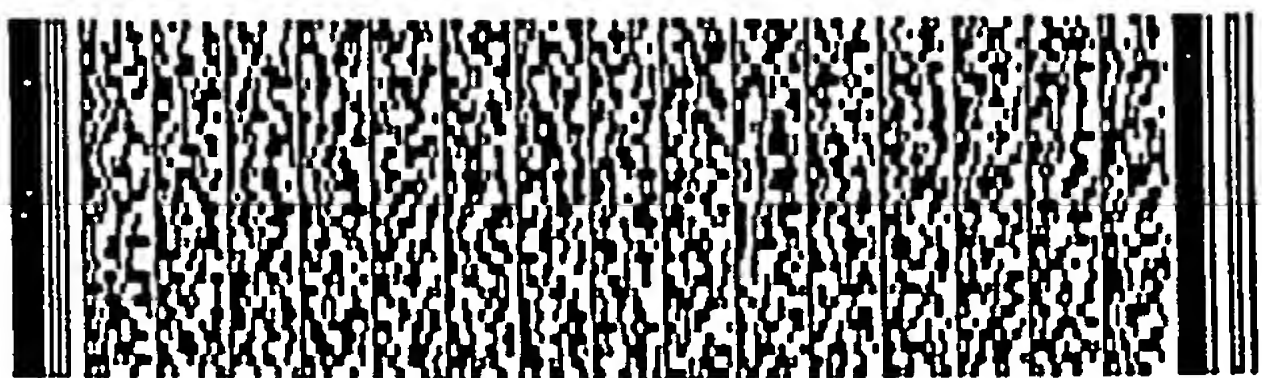
而且，由上述方法所形成的多晶矽薄膜，能夠應用於多晶矽薄膜電晶體及/或其他電子元件，且具備有良好的元件特性。

為讓本發明之上述目的、特徵、和優點能更明顯易懂，下文特舉數個較佳實施例，並配合所附圖式，作詳細說明如下：

【實施方式】

第一實施例

請參照第2A圖至第2F圖，其繪示為依照本發明第一實



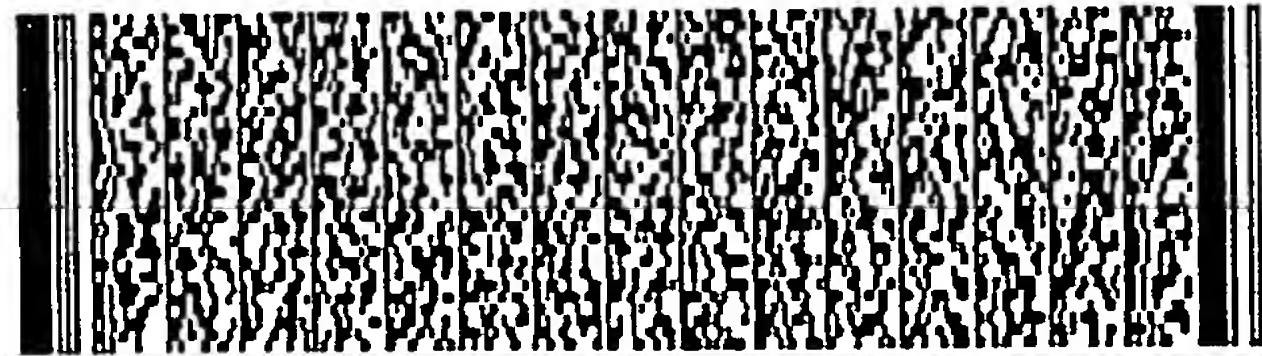
五、發明說明 (5)

·施例之多晶矽薄膜的製造流程剖面圖。

首先，請先參照第2A圖，提供一基底200，此基底200例如為矽晶圓、玻璃基板或是塑膠基板，在基板200上形成一絕緣層202，此絕緣層202的材質例如是二氧化矽，形成的方式例如是以低壓化學氣相沈積(Low Pressure Chemical Vapor Deposition, LPCVD)、電漿增強型化學氣相沈積(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD)或是濺鍍(Sputter)的方式，於基底200上形成一層二氧化矽層。接著再於絕緣層202上形成一層非晶矽層204，此非晶矽層204例如以低壓化學氣相沈積法、電漿增強型化學氣相沈積法或是以濺鍍的方式形成，其中所形成的非晶矽層204具有厚度D1，且厚度D1例如為1 nm至1000 nm左右。

接著，請參照第2B圖，進行一第一雷射退火製程206，其中此第一雷射退火製程206例如是用準分子雷射對非晶矽層204進行照射。以使非晶矽層204幾近完全熔融，並於絕緣層202的表面上殘存一些未熔融之非晶矽顆粒207，以作為結晶時的結晶位置(Nucleation Site)/晶種。

接著，請參照第2C圖，熔融之非晶矽層204以未熔融之非晶矽顆粒207為結晶位置(晶種)，結晶化後結晶成長為多晶矽層208，並且多晶矽層208具有厚度D2，此厚度D2例如為1 nm至1000 nm左右。如第2C圖所示，在結晶的過程中，晶粒會由結晶位置橫向成長(lateral growth)至接

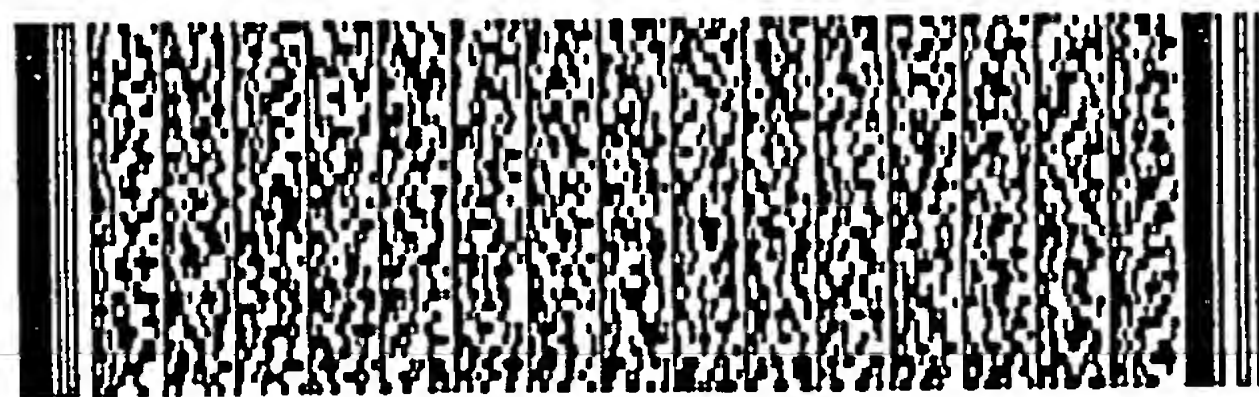
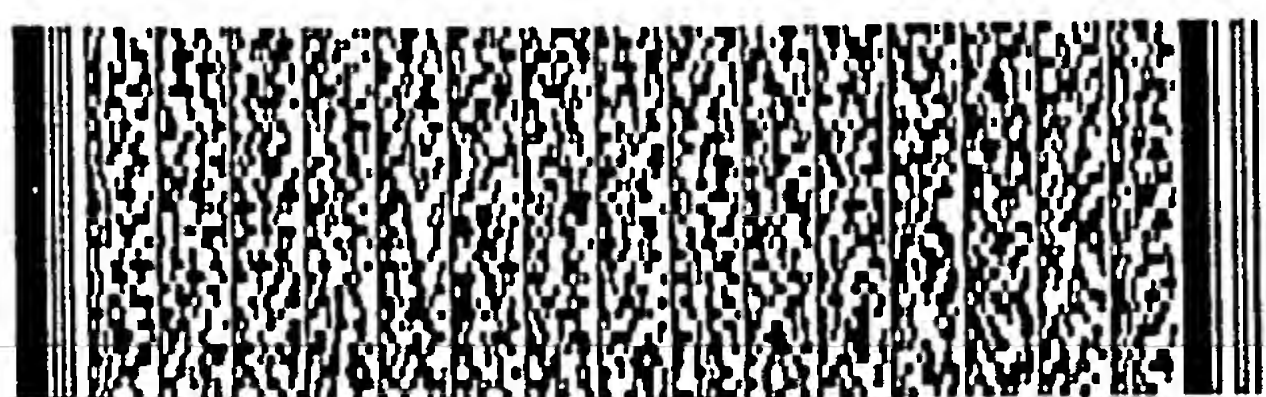


五、發明說明 (6)

觸到相鄰的晶粒為止，並且，在相鄰晶粒的晶粒邊界... 210，會由於兩晶粒互相推擠的結果而形成突起212。一般而言，此些突起212受到結晶位置之間的距離、晶粒的成長速度、非晶矽層204受雷射照射後的溫度分佈等因素影響，使得突起212呈現不同的高度分佈。

接著，請參照第2D圖，在已結晶的多晶矽層208上形成一層非晶矽層214，此非晶矽層214例如以低壓化學氣相沈積法、電漿增強型化學氣相沈積法或是以濺鍍的方式形成，其中所形成的非晶矽層214具有厚度D3，且厚度D3例如為1 nm至1000 nm左右。並且，如第6圖所示，於非晶矽層214上亦會對應多晶矽層208的突起212，而於突起212上方之非晶矽層214上形成相對應的突起215。尚且，在此些突起215中，其頂端與絕緣層202表面的最大距離為 X_1 （未圖示），且與絕緣層202表面的最小距離為 Y_1 （未圖示）。

接著，請參照第2E圖，進行一第二雷射退火製程218，其中此第二雷射退火製程218例如是使用準分子雷射對非晶矽層214進行照射，以使非晶矽層214與多晶矽層208轉變為液態矽層220，並於絕緣層202的表面上形成未熔融的殘留矽微粒222。其中此準分子雷射的能量密度，係由非晶矽層214、多晶矽層208與突起216的高度來決定。藉由控制準分子雷射的能量密度，將總厚度低於 Z_1 之第一非晶矽層與第一多晶矽層的部分熔融（其中 $Y_1 < Z_1 < X_1$ ）。此時，頂端與基底表面之距離大於 Z_1 的一部分第二突起並未完全熔融，維持固態，而成為複數個矽微粒，這些



五、發明說明 (7)

矽微粒的數目會小於第一突起的數目。接下來進行結晶化步驟，此時熔融態的矽原子會以這些矽微粒為晶種，結晶化後結晶成長為第二多晶矽層。

亦即是如下式(1)所表示：

$$Y_1 < Z_1 < X_1 \quad (1)$$

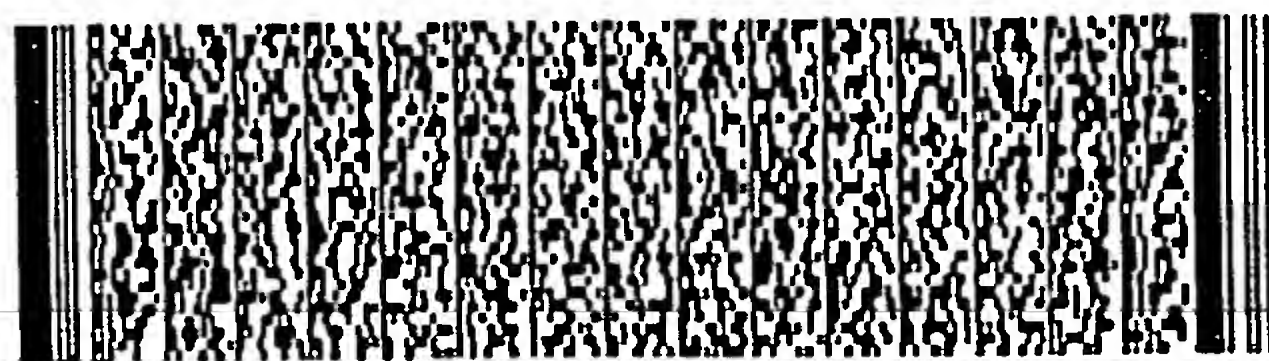
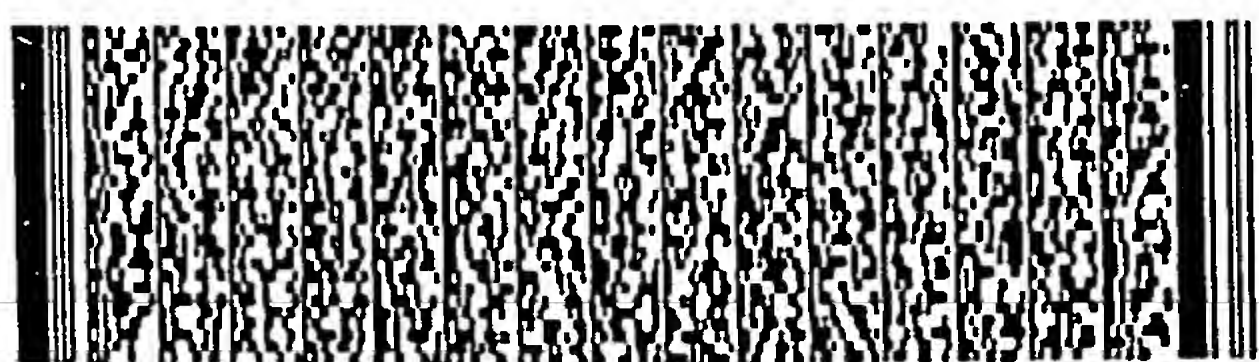
由上述式(1)可知，頂端與絕緣層202之距離小於 Z_1 的突起216將會被準分子雷射完全熔融，至於突起216頂端與絕緣層202之距離大於 Z_1 的區域，由於此準分子雷射製程係由突起215與非晶矽層214的表面向基底200熔融，因此在熔融 Z_1 的深度之後，尚有 $(X_1 - Z_1)$ 厚度的多晶矽材質無法熔融，此些無法熔融的部分即為上述之設置於絕緣層202之矽微粒222。

最後，請參照第2F圖，接下來進行結晶化步驟，此時熔融之液態矽層220會以矽微粒222為結晶位置(晶種)，結晶化後結晶成長為多晶矽層224。

第二實施例

請參照第3A圖至第3G圖，其繪示為依照本發明第二實施例之多晶矽薄膜的製造流程剖面圖。

首先，請先參照第3A圖，提供一基底300，此基底300例如為矽晶圓、玻璃基板或是塑膠基板，在基板300上形成一絕緣層302，其中此絕緣層302的材質例如是二氧化矽，形成的方法例如為以低壓化學氣相沈積法、電漿增強型化學氣相沈積法或是以濺鍍的方式，於基底300上形成



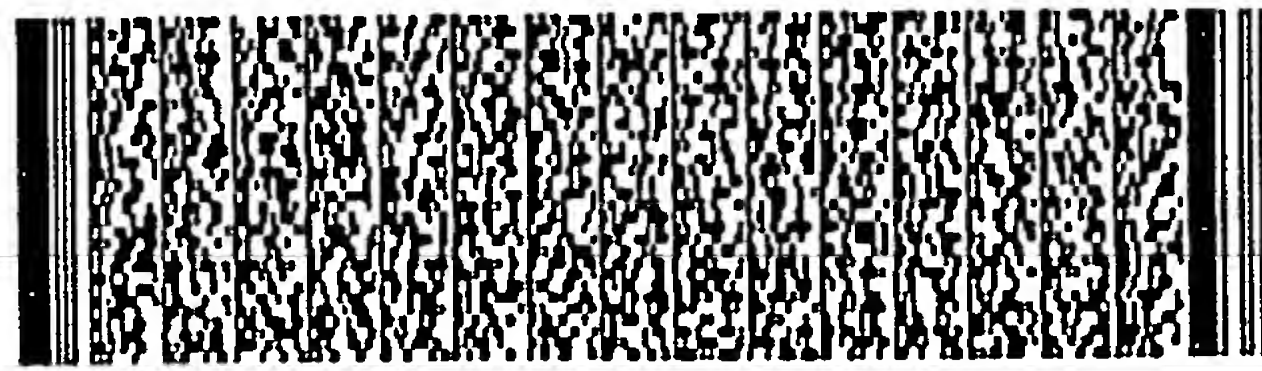
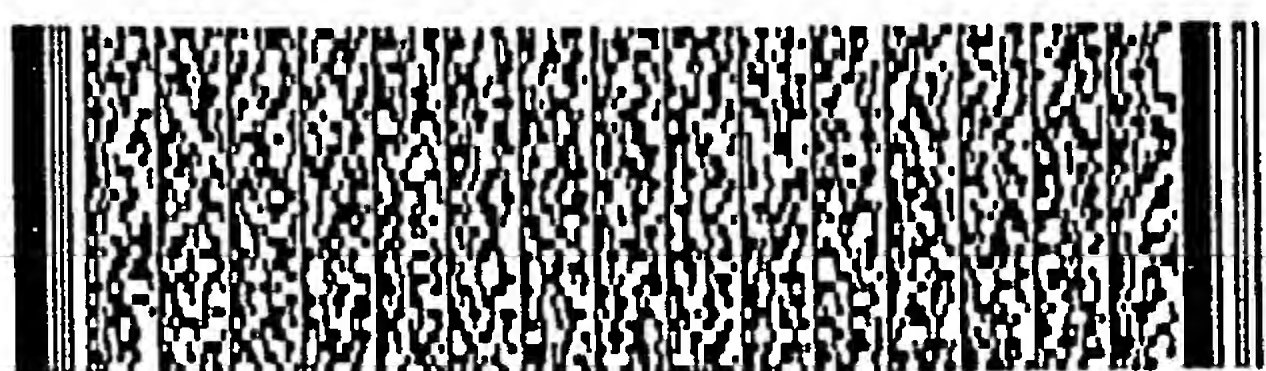
五、發明說明 (8)

一層二氧化矽層。接著再於絕緣層302上形成一層非晶矽層304，此非晶矽層304例如以低壓化學氣相沈積法、電漿增強型化學氣相沈積法或是以濺鍍的方式形成，其中所形成的非晶矽層304具有厚度D4，且厚度D4例如為1 nm至1000 nm左右。

接著，請參照第3B圖，進行一第一雷射退火製程306，其中此第一雷射退火製程306例如是用準分子雷射對非晶矽層304進行照射，以使非晶矽層304幾近完全熔融，並於絕緣層302表面上殘存一些未熔融之非晶矽顆粒307，以作為結晶時的結晶位置/晶種。

接著，請參照第3C圖，將熔融之非晶矽層304以未熔融之非晶矽顆粒307為結晶位置(晶種)，結晶化後結晶成長為多晶矽層308，其中此多晶矽層308的厚度例如是D5，且厚度D5例如為1 nm至1000 nm左右。並且，如第3C圖所示，在結晶的過程中，晶粒會由結晶位置橫向成長至接觸到相鄰的晶粒為止，且在相鄰晶粒的晶粒邊界310，會由於兩晶粒互相推擠的結果而形成突起312。一般而言，此些突起312會受到結晶位置之間的距離、晶粒的成長速度、非晶矽層304受雷射照射後的溫度分佈等種種因素的影響，使得突起312呈現不同的高度分佈。尚且，在此些突起312中，與絕緣層302表面的最大距離為 X_2 (未圖示)，且與絕緣層302表面的最小距離為 Y_2 (未圖示)。

接著，請參照第3D圖，對多晶矽層308進行一蝕刻製程314，將厚度低於 Z_2 的多晶矽層308部分去除(其中 $Y_2 < Z_2$)



五、發明說明 (9)

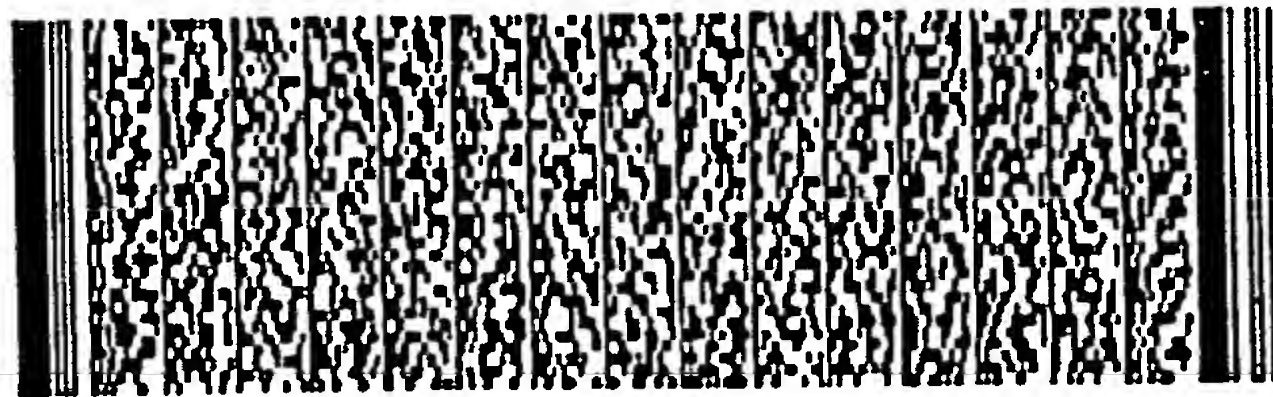
< X_2)。此時，其中蝕刻製程314例如是使用非等向性蝕刻法，且蝕刻總厚度 Z_2 為介於突起312與絕緣層202的最大距離 X_2 與最小距離 Y_2 之間，亦即是如下式(2)所表示：

$$Y_2 < Z_2 < X_2 \quad (2)$$

在上述製程中，由於控制蝕刻製程314將頂端高度在 Z_2 以下的突起312與多晶矽層308蝕刻去除，突起312頂端與基底表面之距離大於 Z_2 的第一多晶矽層部分並未被完全蝕刻，因而在基底表面上形成複數個矽微粒315，且這些矽微粒315的數目會小於突起312的數目。

接著，請參照第3E圖，形成一層非晶矽層316，此非晶矽層316例如是以低壓化學氣相沈積法、電漿增強型化學氣相沈積法或是以濺鍍的方式形成，其中所形成的非晶矽層316具有厚度 D_6 ，且厚度 D_6 例如為1 nm至1000 nm左右。並且，如第3D圖所示，於非晶矽層316上亦會對應絕緣層302上的矽微粒315，而於矽微粒315上方之非晶矽層316上形成相對應的突起317。

接著，請參照第3F圖，進行一第二雷射退火製程318，其中此第二熱退火製程318例如是使用準分子雷射對非晶矽層316進行照射，以使非晶矽層316轉變為液態矽層320，並於絕緣層302表面上殘留未熔融的多晶矽顆粒(亦即是於第3D圖中所殘留的矽微粒315)。其中此準分子雷射的能量密度被調整為不使矽微粒315完全被熔融。由於將準分子雷射的能量密度控制在上述的範圍內，因此矽微粒315並不會被完全的熔融，而能夠用以作為結晶位置(晶



五、發明說明 (10)

種)。

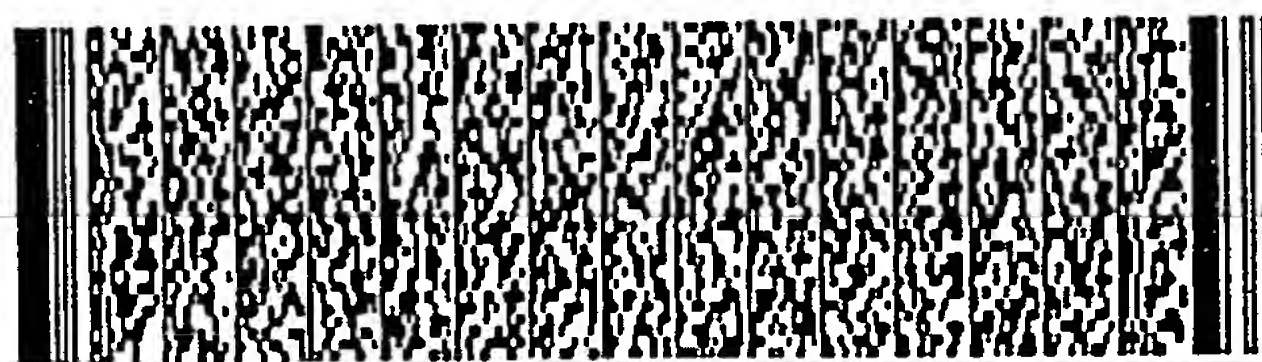
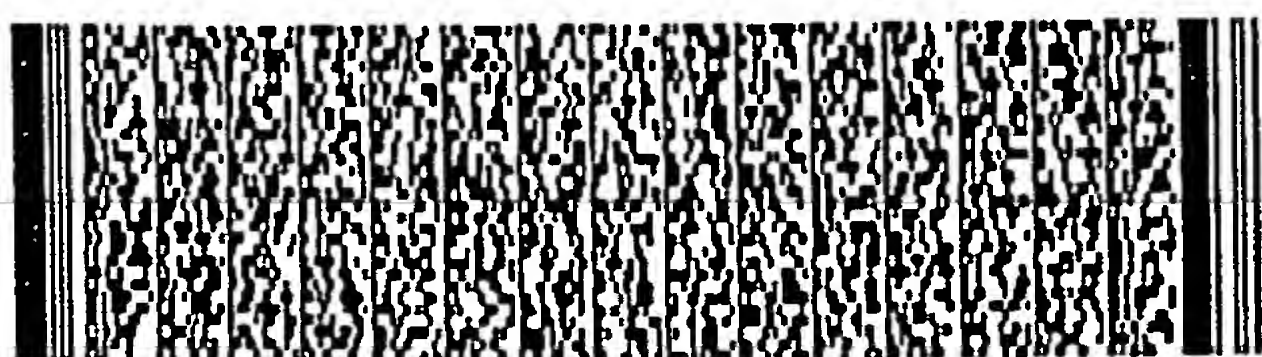
最後，請參照第3G圖，接下來進行結晶化步驟，此時熔融之液態矽層320會以矽微粒315為新的結晶位置(晶種)，結晶化後結晶成長為多晶矽層324。

在上述第一實施例與第二實施例中，於基底200、300與非晶矽層204、304之間形成有絕緣層202、302，因此 X_1 、 X_2 、 Y_1 、 Y_2 、 Z_1 、 Z_2 所表示為與絕緣層202之間的距離，在未形成絕緣層202的情形下，則 X_1 、 X_2 、 Y_1 、 Y_2 、 Z_1 、 Z_2 所表示則變為與基底200之間的距離。

尚且，於上述第一實施例中，第2D圖之多晶矽層208與非晶矽層214兩者可視為一固態矽層，且第2E圖之對非晶矽層214進行雷射退火製程218可視為對固態矽層的流體化步驟。

此外，於上述第二實施例中，由第3D圖之對多晶矽308進行蝕刻製程314，乃至於第3F圖之對非晶矽層316進行雷射退火製程318可視為一流體化步驟。

請參照第4圖，第4圖所繪示為對第2C圖以及第3C圖中所形成之多晶矽層進行測試所得的突起高度分佈圖，並且於第4圖中的橫軸為突起的高度，縱軸為突起的數量。由第4圖中的曲線可知，突起的高度對數量的曲線係呈高斯分佈，亦即是愈接近平均值高度的突起數量愈多，並由平均高度向兩側(亦即是向最高高度與最低高度)的方向移動，則突起的數量則漸次的減少。如第4圖所示，本發明係利用上述第一實施例與第二實施例所述的方法，將一定



五、發明說明 (11)

高度以下的突起去除(如第4圖中的切線S1左半部以降的突起)，因此突起的數量與密度得以大量的減少，並利用剩餘的突起作為新結晶位置，而能夠長出較大顆粒的晶粒與具有較少的突起的多晶矽薄膜。以使多晶矽薄膜具有較佳的平坦度，且應用於薄膜電晶體時具備良好的電子遷移率以及關閉電流等元件特性。

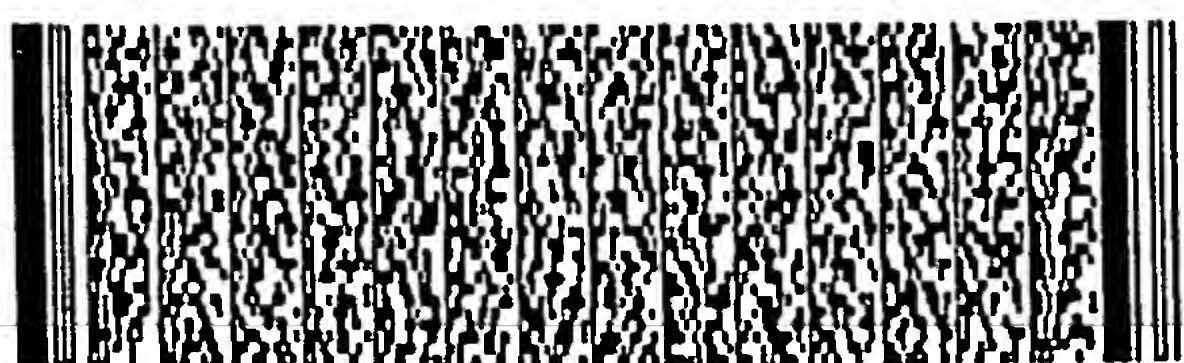
綜上所述，本發明的多晶矽薄膜具有下列優點：

1. 本發明藉由在已結晶的多晶矽層上沈積一層非晶矽層，再進行準分子雷射製程的方式，得以降低多晶矽層中突起的數量與密度，並以剩餘之突起(多晶矽顆粒)作為新的結晶位置，因此能夠使新形成的多晶矽薄膜具有大小均勻且顆粒較大的晶粒，進而具有較佳的表面平坦度。

2. 本發明藉由對已結晶的多晶矽層進行蝕刻，再於其上沈積一層非晶矽層，其後進行準分子雷射製程的方式，而能夠降低多晶矽層中突起的數量與密度，並以剩餘之突起作為新的結晶位置，因此能夠使新形成的多晶矽薄膜具有大小均勻且顆粒較大的晶粒，並具有數量與密度較少的突起，進而具有較佳的表面平坦度。

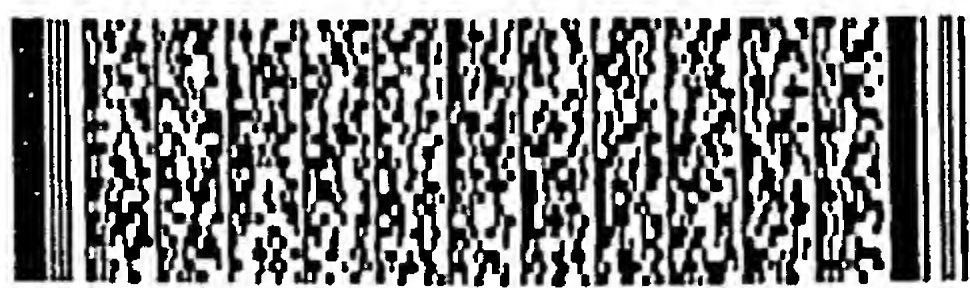
3. 由上述兩方法所形成的多晶矽薄膜，能夠應用於薄膜電晶體的通道多晶矽薄膜，且具備有良好的電子遷移率以及關閉電流等元件特性。此外，本發明所形成的多晶矽薄膜亦可適用於其他電子元件上，例如COG製程的驅動電路。

雖然本發明已以一較佳實施例揭露如上，然其並非用



五、發明說明 (12)

以限定本發明，任何熟習此技藝者，在不脫離本發明之精神和範圍內，當可作各種之更動與潤飾，因此本發明之範圍當視後附之申請專利範圍所界定者為準。



圖式簡單說明

第1A圖至第1B圖所繪示為習知多晶矽薄膜的製造流程圖。

第2A圖至第2F圖所繪示為依照本發明第一實施例之多晶矽薄膜的製造方法之製程剖面圖。

第3A圖至第3G圖所繪示為依照本發明第二實施例之多晶矽薄膜的製造方法之製程剖面圖。

第4圖所繪示為對第2C圖以及第3C圖中所形成之多晶矽層進行測試所得的突起高度對突起數量分佈圖。

【圖式標示說明】

100、200、300：基底

102、202、302：絕緣層

104、204、214、304、316：非晶矽層

106：準分子雷射

108、208、224、308、326：多晶矽層

206、306：第一雷射退火製程

207、307：非晶矽顆粒

210、310：晶粒邊界

212、215、312、317：突起

218、318：第二雷射退火製程

220、320：液態矽層

222、315：矽微粒

314：蝕刻製程

D1、D2、D3、D4、D5、D6：厚度

S1：切線



六、申請專利範圍

1. 一種多晶矽薄膜的製造方法，包含下列步驟：

在一基底上形成一第一固態矽層，其中該第一固態矽層上具有不同高度的複數個第一突起，並且該些第一突起之頂端與該基底表面之最大距離為 X_1 ，該些第一突起之頂端與該基底表面之最小距離為 Y_1 ；

對該第一固態矽層進行一流體化步驟，使厚度為 Z_1 之該第一固態矽層部分成為流體，且 $Y_1 < Z_1 < X_1$ ，其中頂端與該基底表面之距離大於 Z_1 之一部分該些第一突起區域並未完全流體化，而形成複數個矽微粒；以及

以該些矽微粒作為晶種，進行一結晶製程。

2. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該第一固態矽層包含一第一多晶矽層及一第一非晶矽層，該第一固態矽層的形成方法包含下列步驟：

於該基底上形成一第一多晶矽層，其中該第一多晶矽層上具有不同高度的複數個多晶矽突起；及

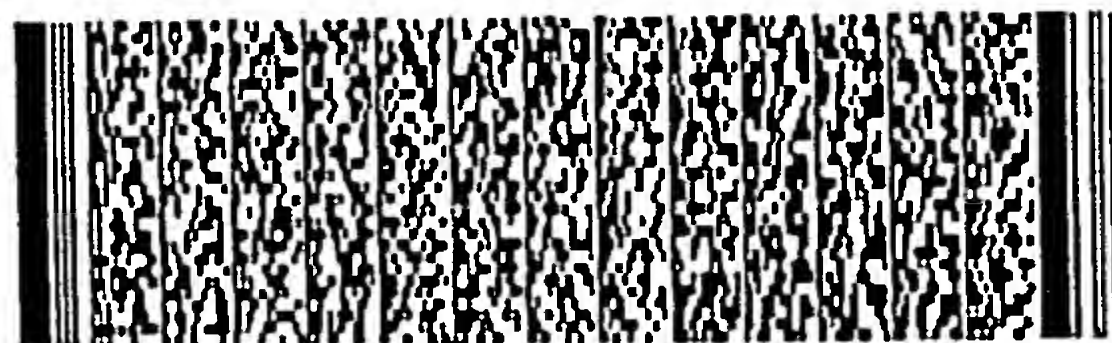
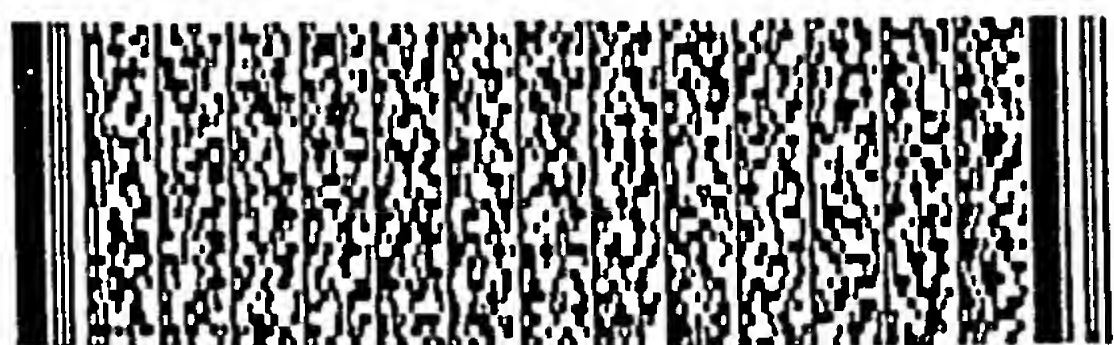
於該第一多晶矽層上形成一第一非晶矽層。

3. 如申請專利範圍第2項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該第一多晶矽層的形成方法包含下列步驟：

於該基底上形成一第二非晶矽層；

施加能量於該第二非晶矽層，使該第二非晶矽層的一部分成為熔融之第二液態矽層，其中該第二非晶矽層未熔融之部分形成複數個非晶矽顆粒；以及

進行結晶化步驟，該第二液態矽層會以該些非晶矽顆粒為晶種，結晶成長形成該第一多晶矽層。



六、申請專利範圍

4. 如申請專利範圍第2項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該流體化步驟係施加一雷射能量於該第一固態矽層，使厚度為 Z_1 之該第一固態矽層部分成為熔融狀態之一第一液態矽層。

5. 如申請專利範圍第4項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該結晶製程包含下列步驟：

降低溫度，該第一液態矽層會以該些矽微粒作為晶種，結晶成長形成該多晶矽薄膜。

6. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該第一多晶矽層的厚度為1 nm至1000 nm。

7. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該雷射能量係由一準分子雷射所產生。

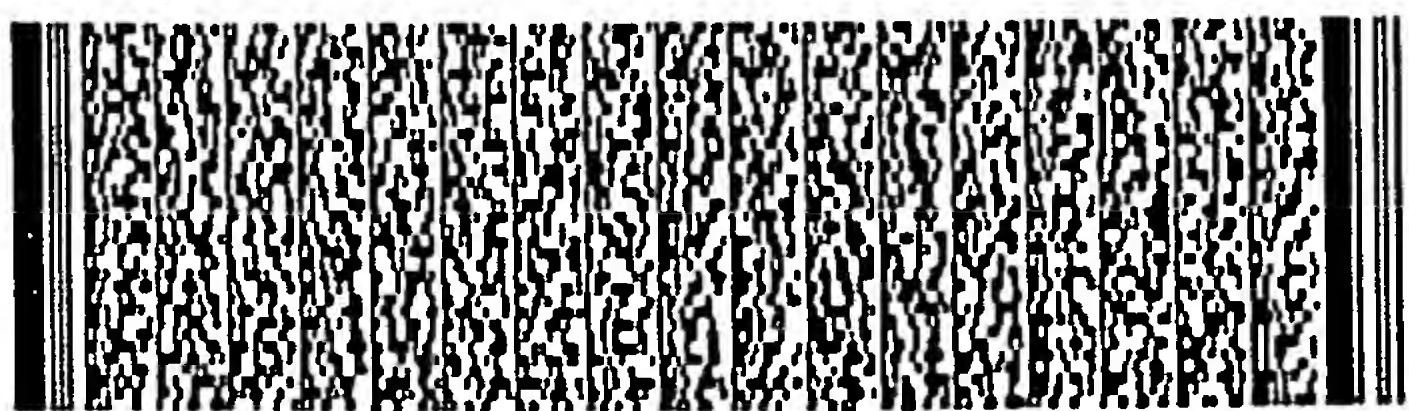
8. 如申請專利範圍第5項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中更包括於該基底與該第一多晶矽層之間形成一絕緣層的步驟。

9. 如申請專利範圍第1項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該第一固態矽層係一第一多晶矽層，該第一多晶矽層的形成方法包含下列步驟：

於該基底上形成一第二非晶矽層；

施加能量於該第二非晶矽層，使該第二非晶矽層的一部分成為熔融之第二液態矽層，其中該第二非晶矽層未熔融之部分形成複數個非晶矽顆粒；以及

進行結晶化步驟，該第二液態矽層會以該些非晶矽顆粒為晶種，結晶成長形成該第一多晶矽層，其中該第一多



六、申請專利範圍

晶矽層上具有不同高度的複數個第一突起。

10. 如申請專利範圍第9項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該流體化步驟包括：

對該第一固態矽層進行一蝕刻製程，使厚度為 Z_1 之該第一固態矽層部分成為氣體狀態；

形成一第三非晶矽層於該基底及該些矽微粒之上；

施加一雷射能量於該第三非晶矽層及該些矽微粒，使該第三非晶矽層成為熔融之第三液態矽層，其中該些矽微粒並未完全熔融；

11. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該蝕刻製程係為非等向蝕刻。

12. 如申請專利範圍第10項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該結晶製程包含下列步驟：

進行結晶化步驟，該第三液態矽層會以該些矽微粒為晶種，結晶成長形成該多晶矽薄膜。

13. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該第一多晶矽層的厚度為1 nm至1000 nm。

14. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該雷射能量係由一準分子雷射所產生。

15. 如申請專利範圍第12項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中更包括於該基底與該第一多晶矽層之間形成一絕緣層的步驟。

16. 一種多晶矽薄膜的製造方法，至少包括下列步驟：



六、申請專利範圍

提供一基底；

於該基底上形成一第一多晶矽層，其中該第一多晶矽層上具有不同高度的複數個第一突起，並且該些第一突起與該基底表面之最大距離為 X_1 ，該些第一突起與該基底表面之最小距離為 Y_1 ；

於該第一多晶矽層上形成一第一非晶矽層；以及

進行一第一退火製程，以將總厚度為 Z_1 之該些第一突起、該第一非晶矽層與該第一多晶矽層熔融，其中 $Y_1 < Z_1 < X_1$ ，以使該基底表面上形成複數個第二突起，且該些第二突起的數目小於該些第一突起的數目，並以該些第二突起為晶種，進行結晶化步驟以形成一第二多晶矽層。

17. 如申請專利範圍第16項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中形成該第一多晶矽層的方法包括下列步驟：

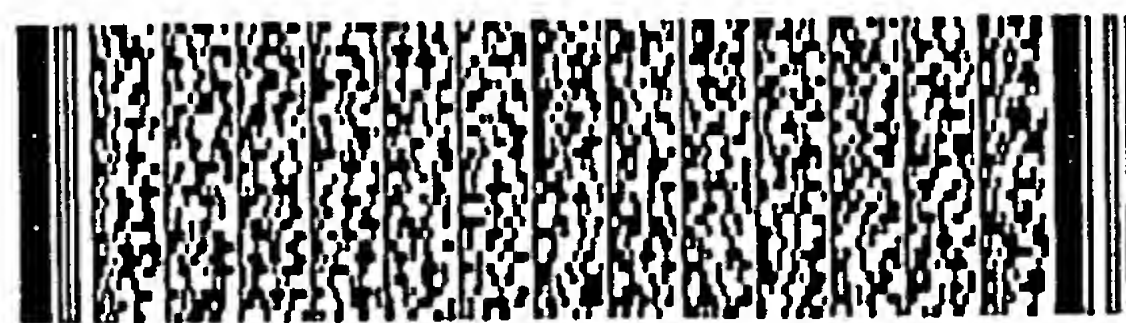
於該基底上形成一第二非晶矽層；以及

進行一第二退火製程，且未完全熔融該第二非晶矽層，其中該第二非晶矽層之未完全熔融之部分係為位於該基底表面上之非晶矽顆粒，並以該些非晶矽顆粒為晶種，進行再結晶的步驟以形成該第一多晶矽層。

18. 如申請專利範圍第16項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中更包括於該基底與該第一多晶矽層之間形成一絕緣層。

19. 一種多晶矽薄膜的製造方法，至少包括下列步驟：

提供一基底；



六、申請專利範圍

於該基底上形成一第一多晶矽層，其中該第一多晶矽層上具有複數個第一突起，且該些第一突起具有不同高度，並且該些第一突起與該基底表面之最大距離為 X_2 ，該些第一突起與該基底表面之最小距離為 Y_2 ；

對該第一多晶矽層進行一蝕刻製程，以去除總厚度為 Z_2 之該些第一突起與該第一多晶矽層，其中 $Y_2 < Z_2 < X_2$ ，以於該基底上形成複數個第二突起，且該些第二突起的數目小於該些第一突起的數目；

於該基底與該些第二突起上形成一第一非晶矽層；以及

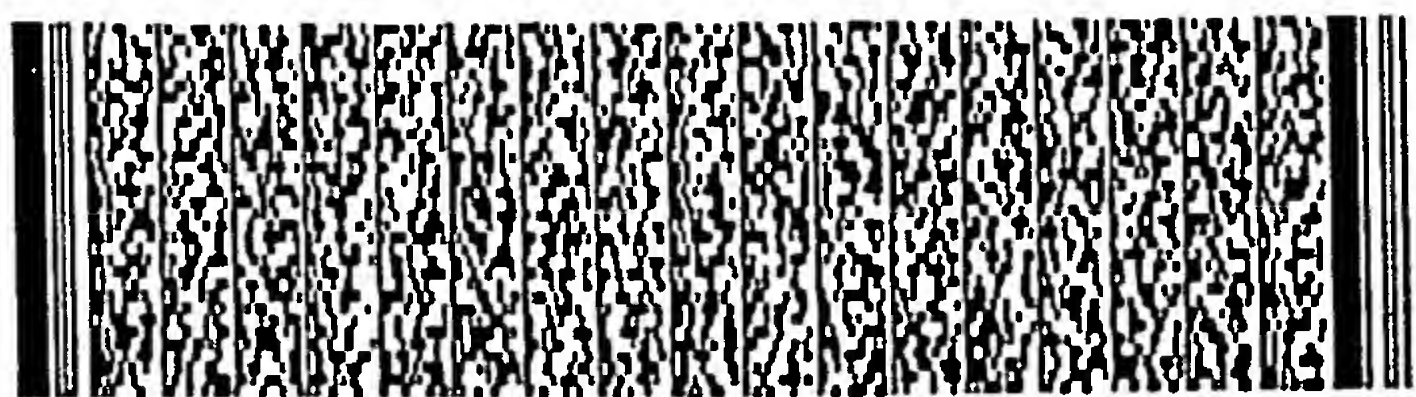
進行一第一退火製程，以該些第二突起為晶種進行結晶化步驟以形成一第二多晶矽層。

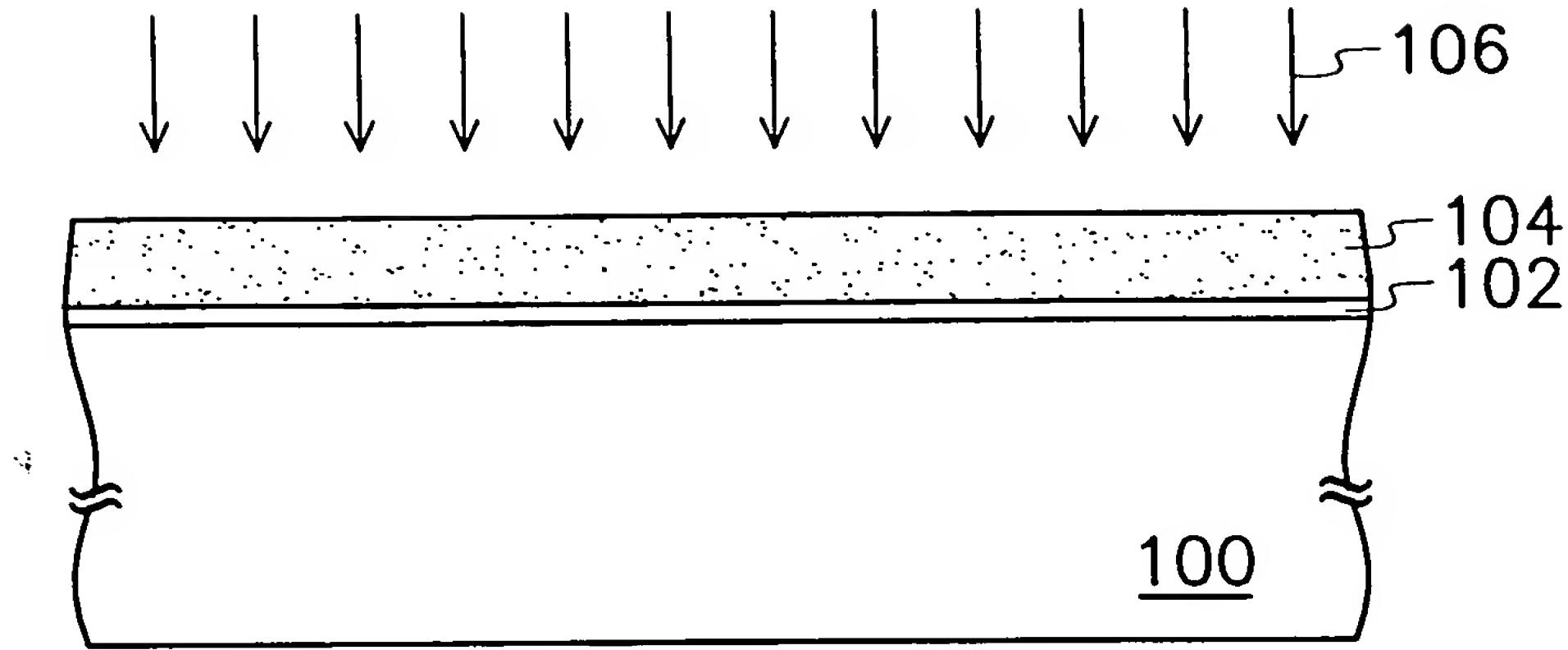
20. 如申請專利範圍第19項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中形成該第一多晶矽層的方法包括下列步驟：

於該絕緣層上形成一第二非晶矽層；以及

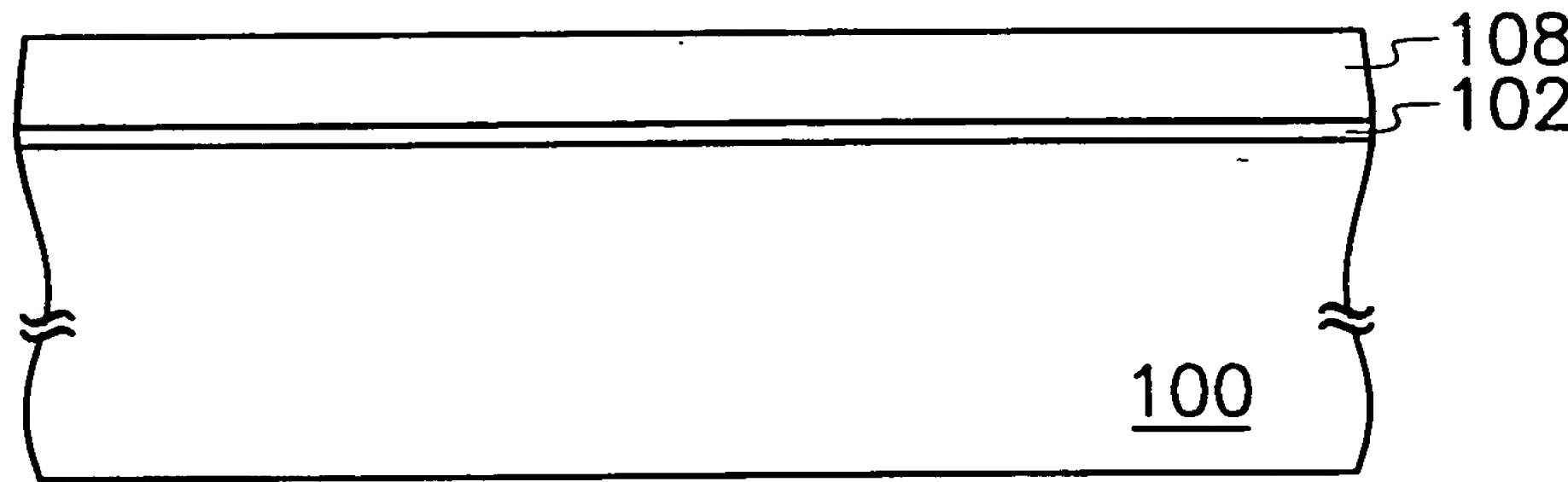
進行一第二退火製程，且未完全熔融該第二非晶矽層，其中該第二非晶矽層之未完全熔融之部分係為位於該基底表面上之複數個非晶矽顆粒，並以該些非晶矽顆粒為晶種，進行結晶化步驟以形成該第一多晶矽層。

21. 如申請專利範圍第19項所述之多晶矽薄膜的製造方法，其中該蝕刻製程包括非等向性蝕刻法。

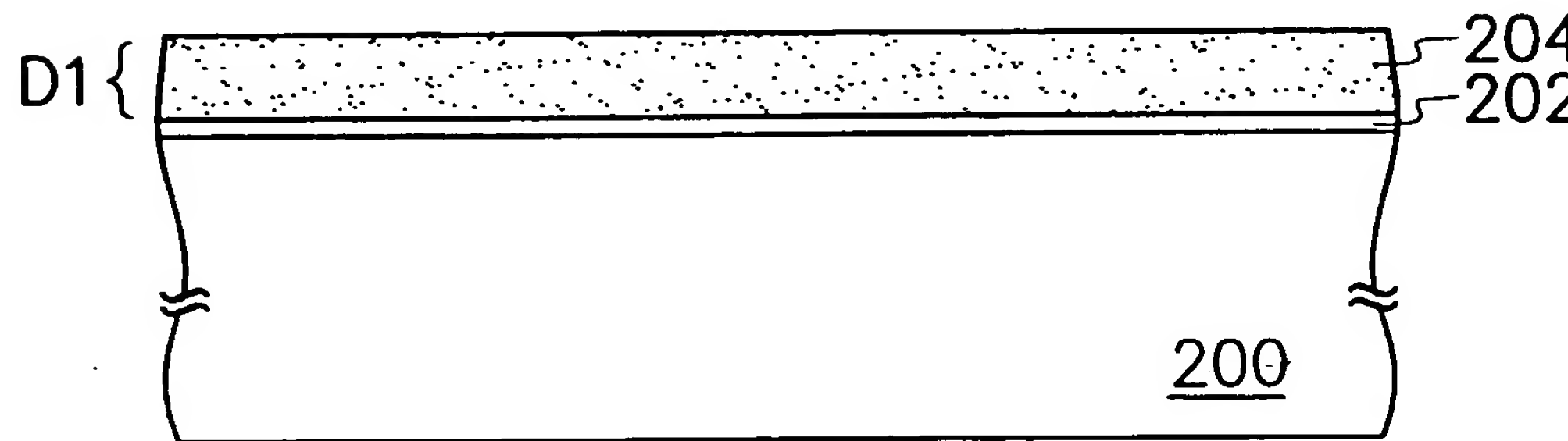




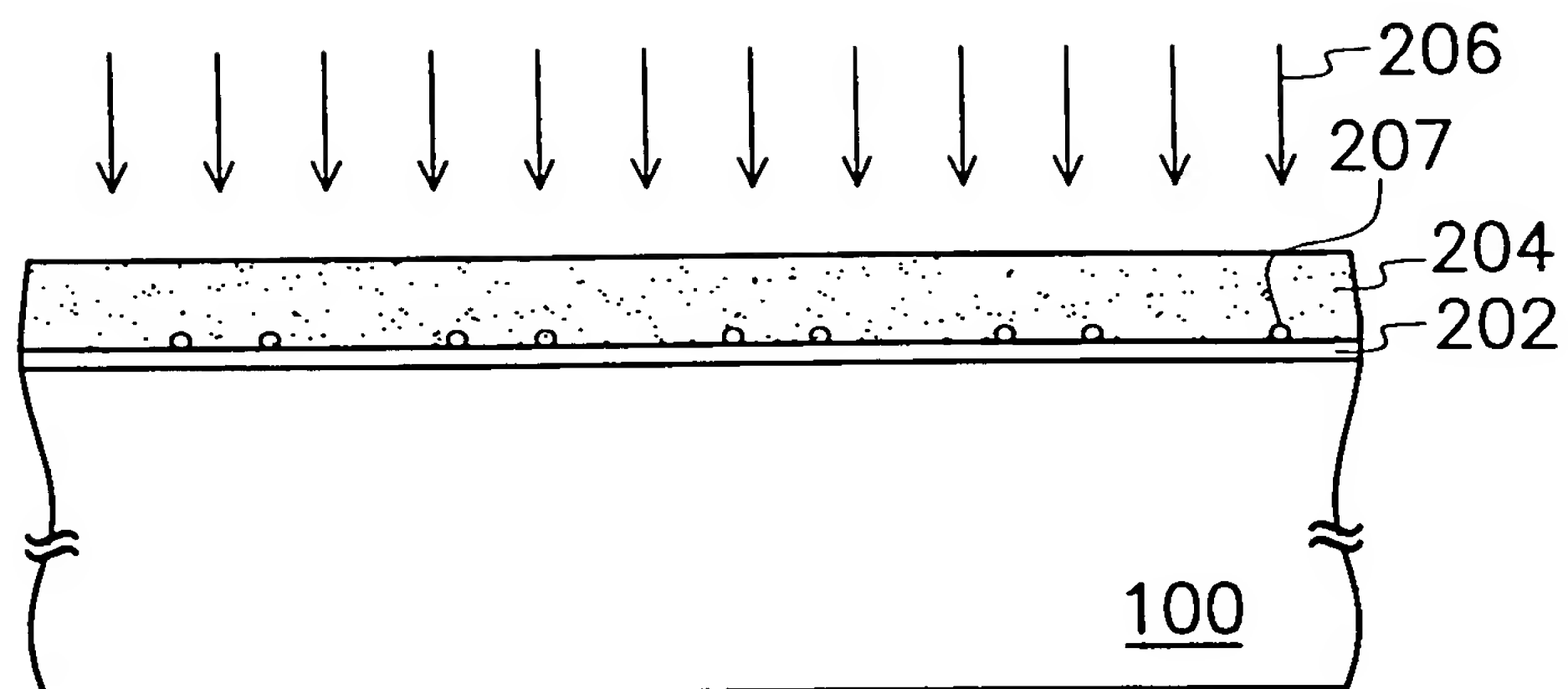
第 1A 圖



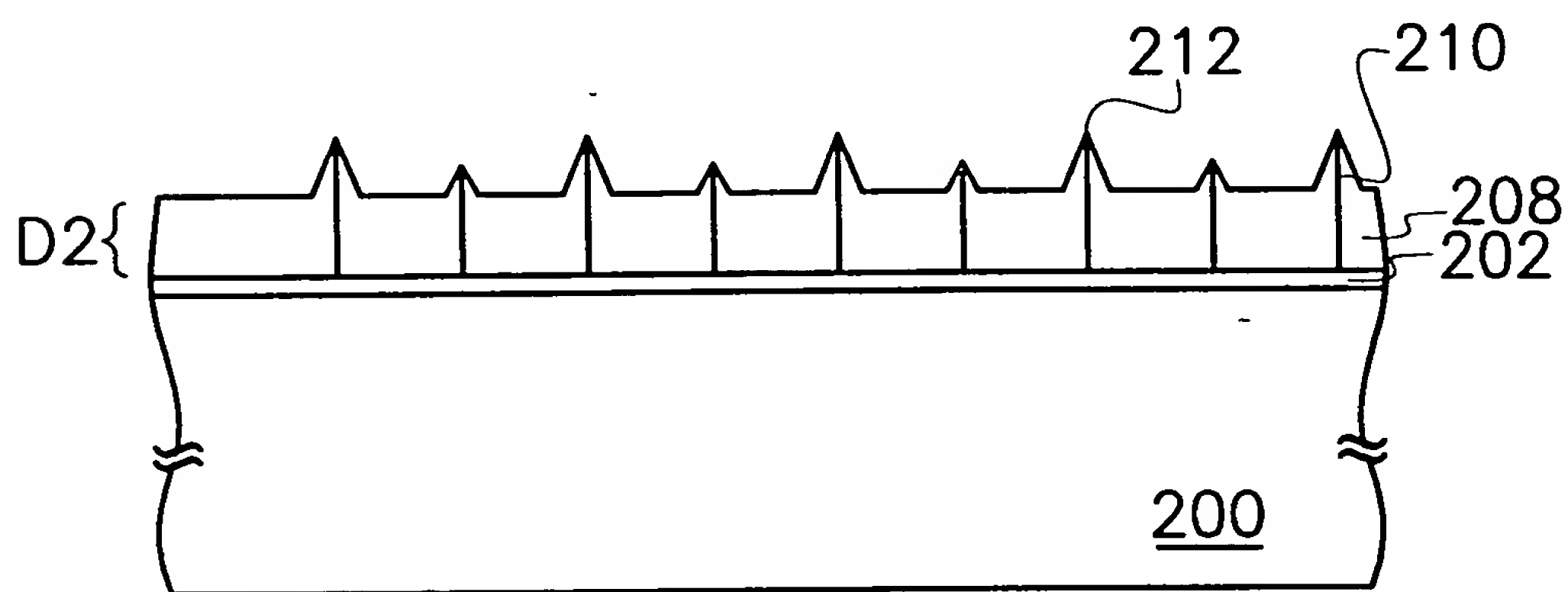
第 1B 圖



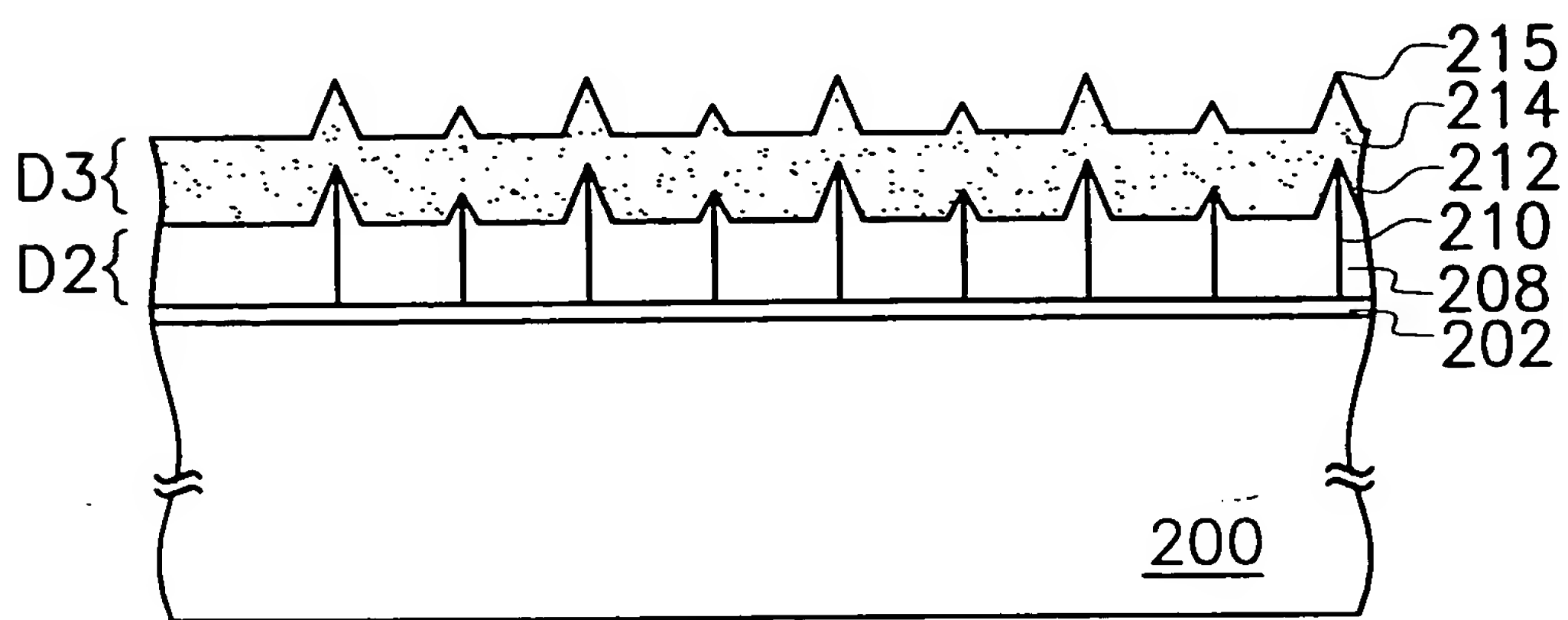
第 2A 圖



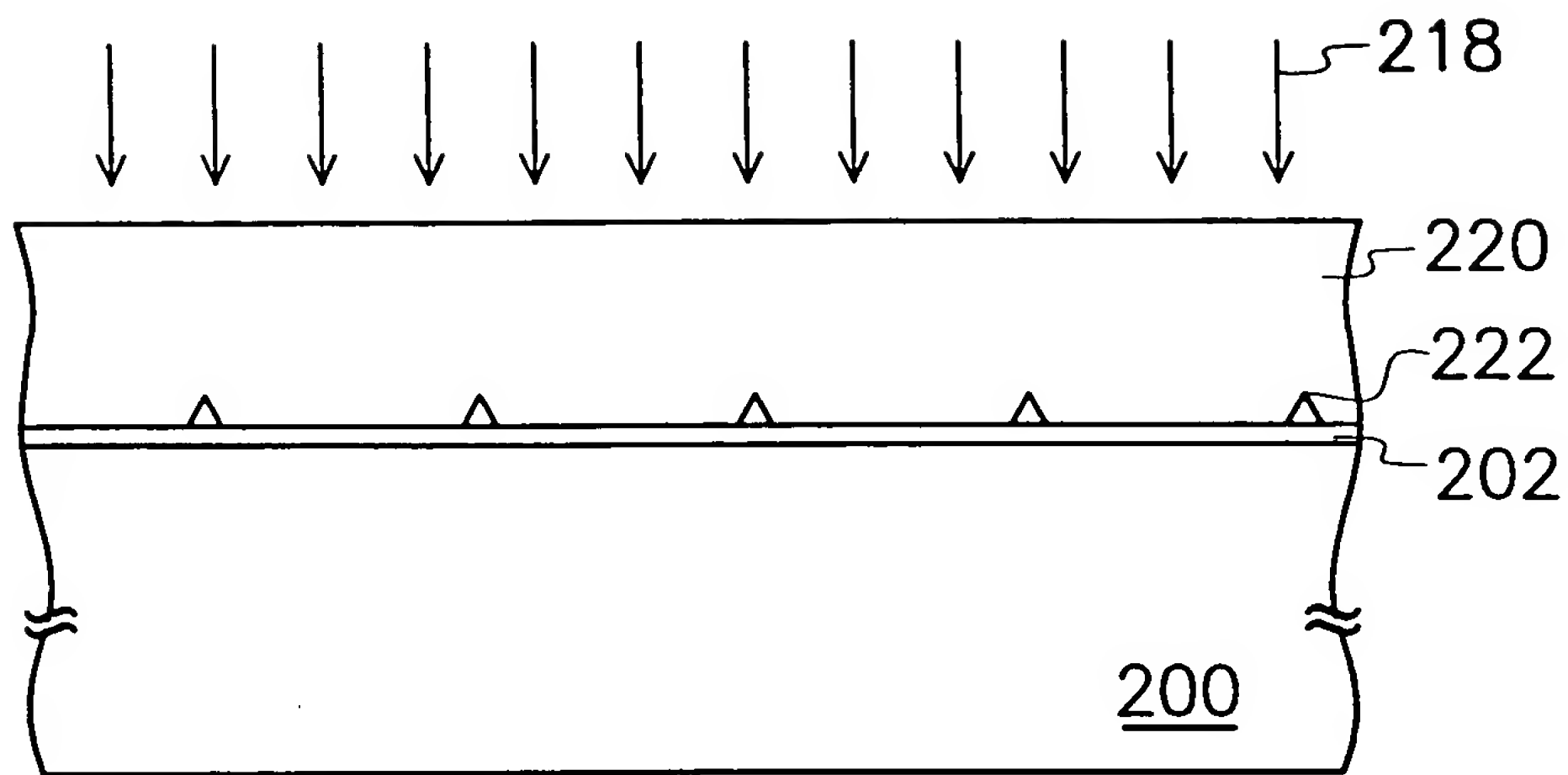
第 2B 圖



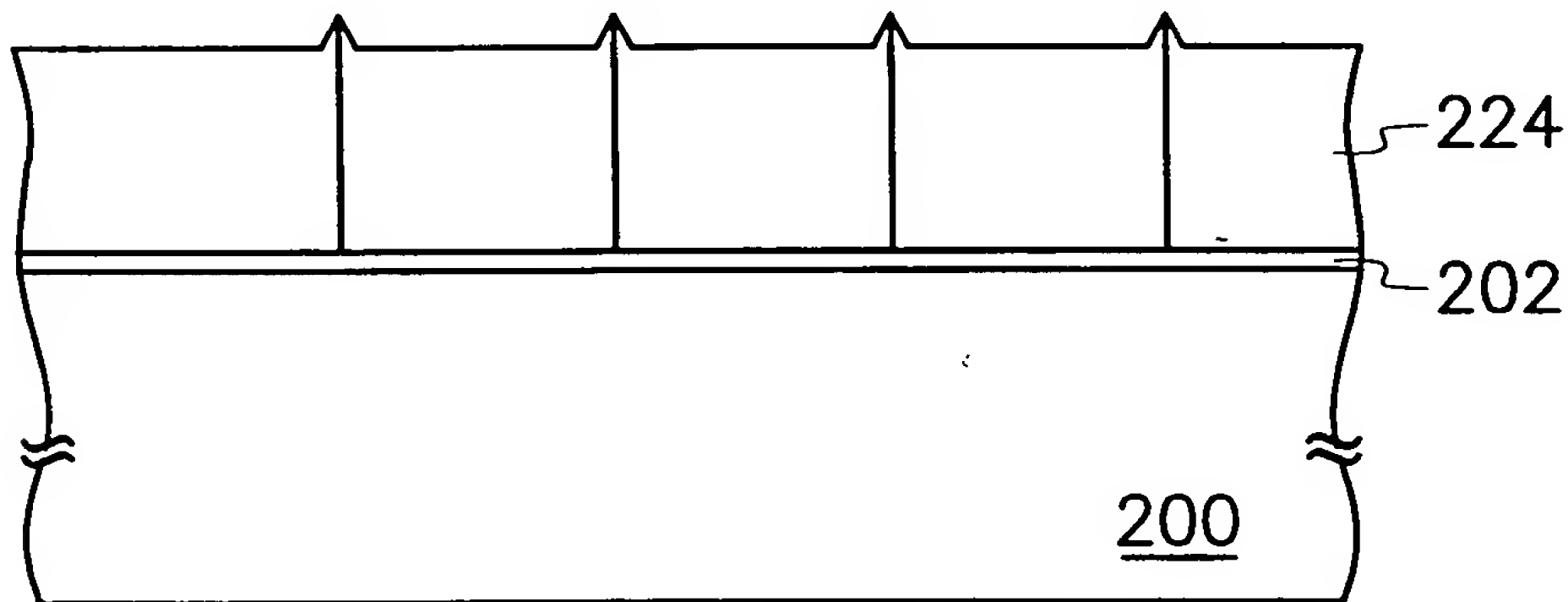
第 2C 圖



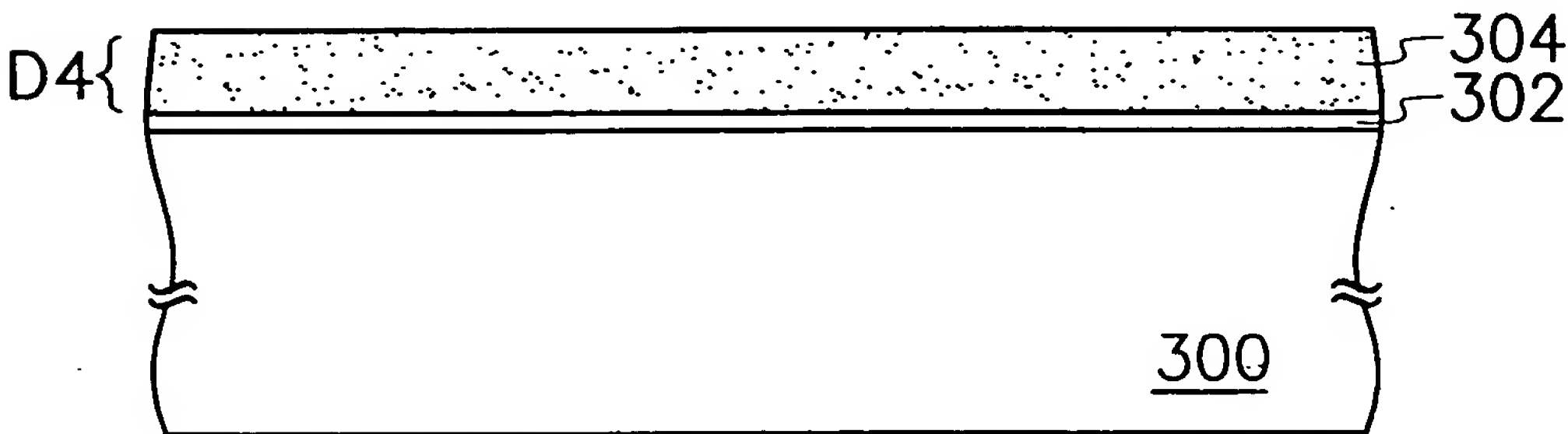
第 2D 圖



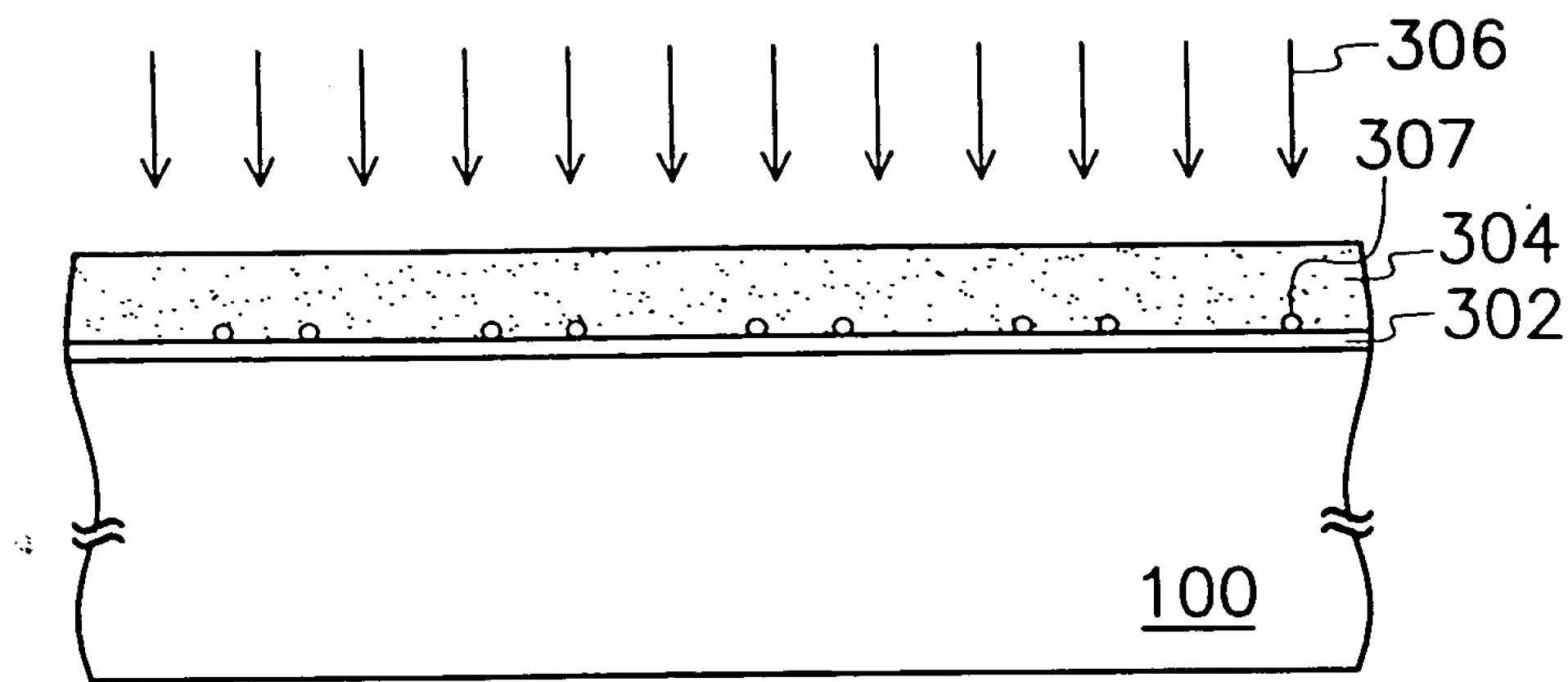
第 2E 圖



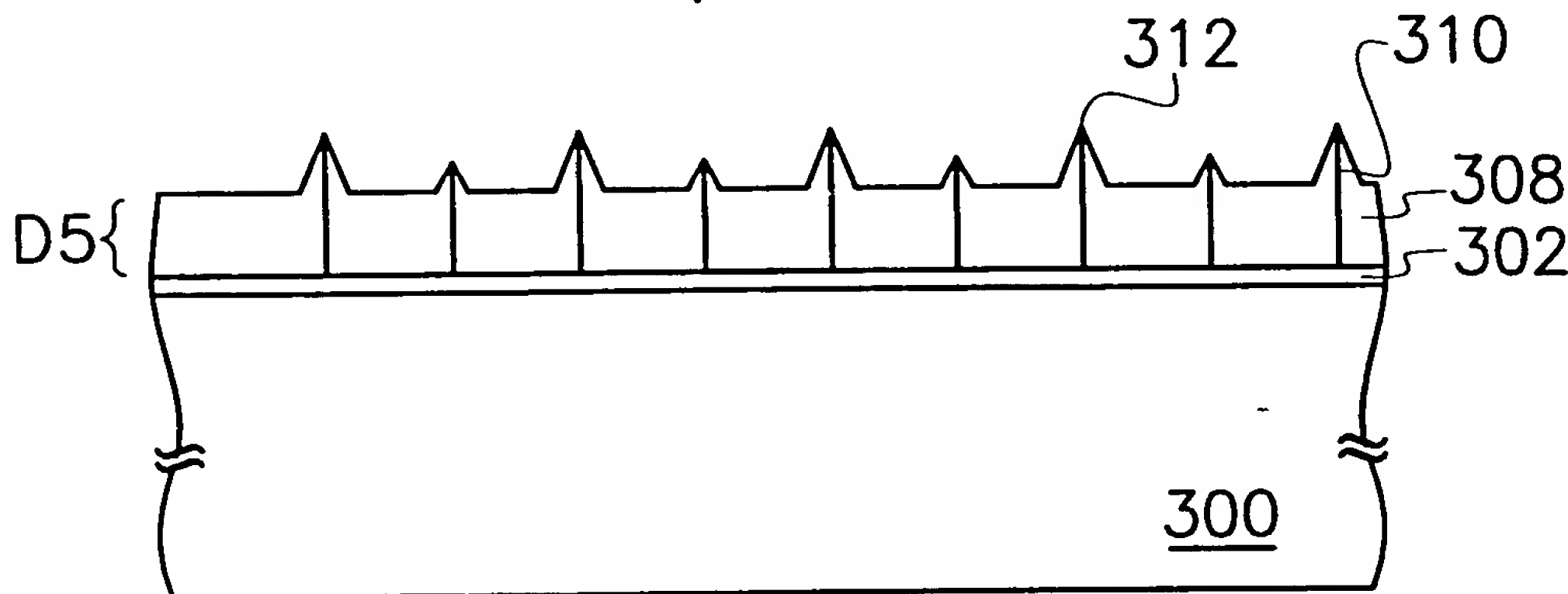
第 2F 圖



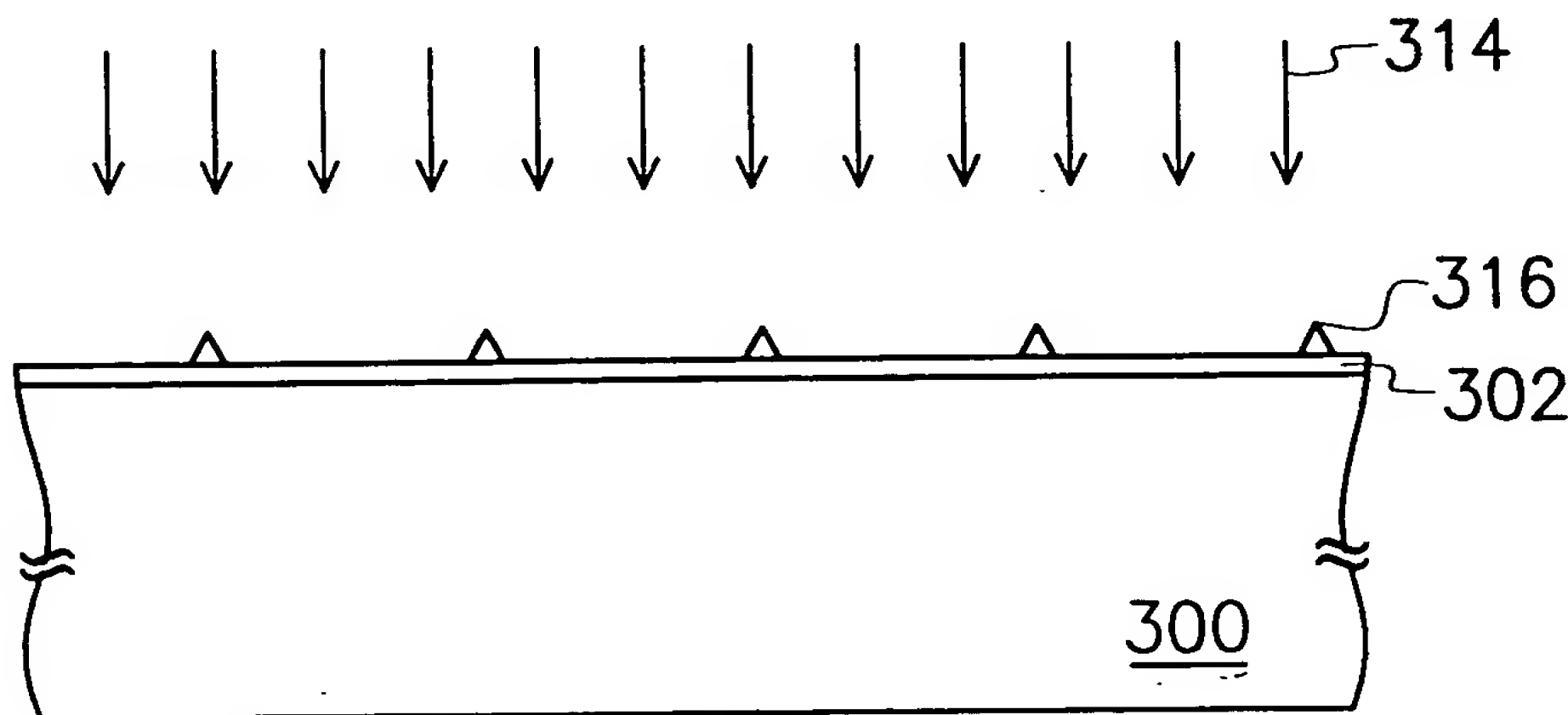
第 3A 圖



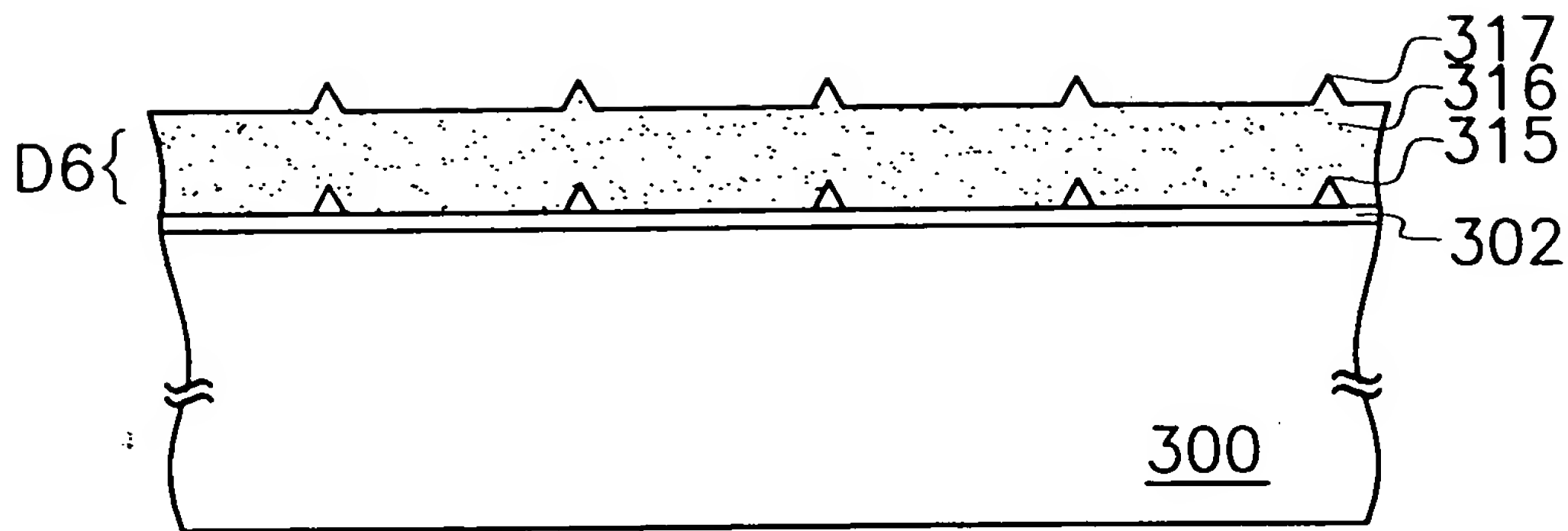
第 3B 圖



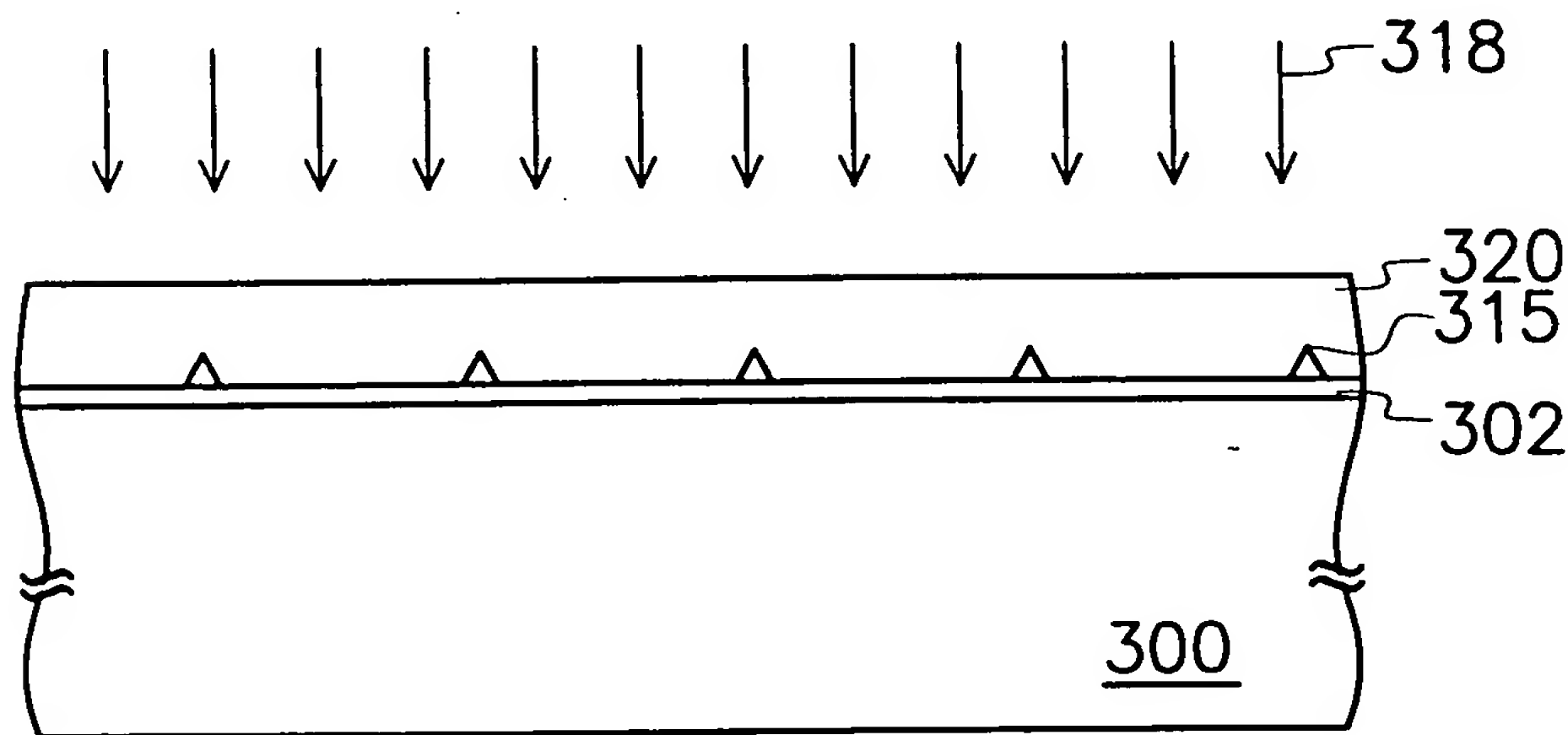
第 3C 圖



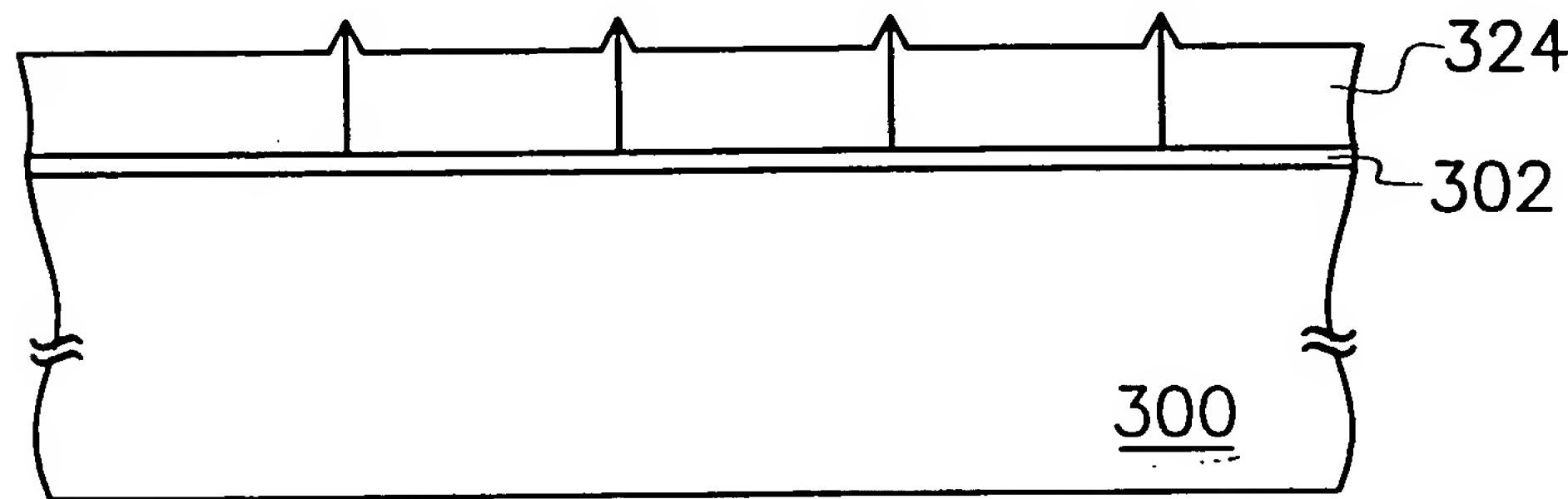
第 3D 圖



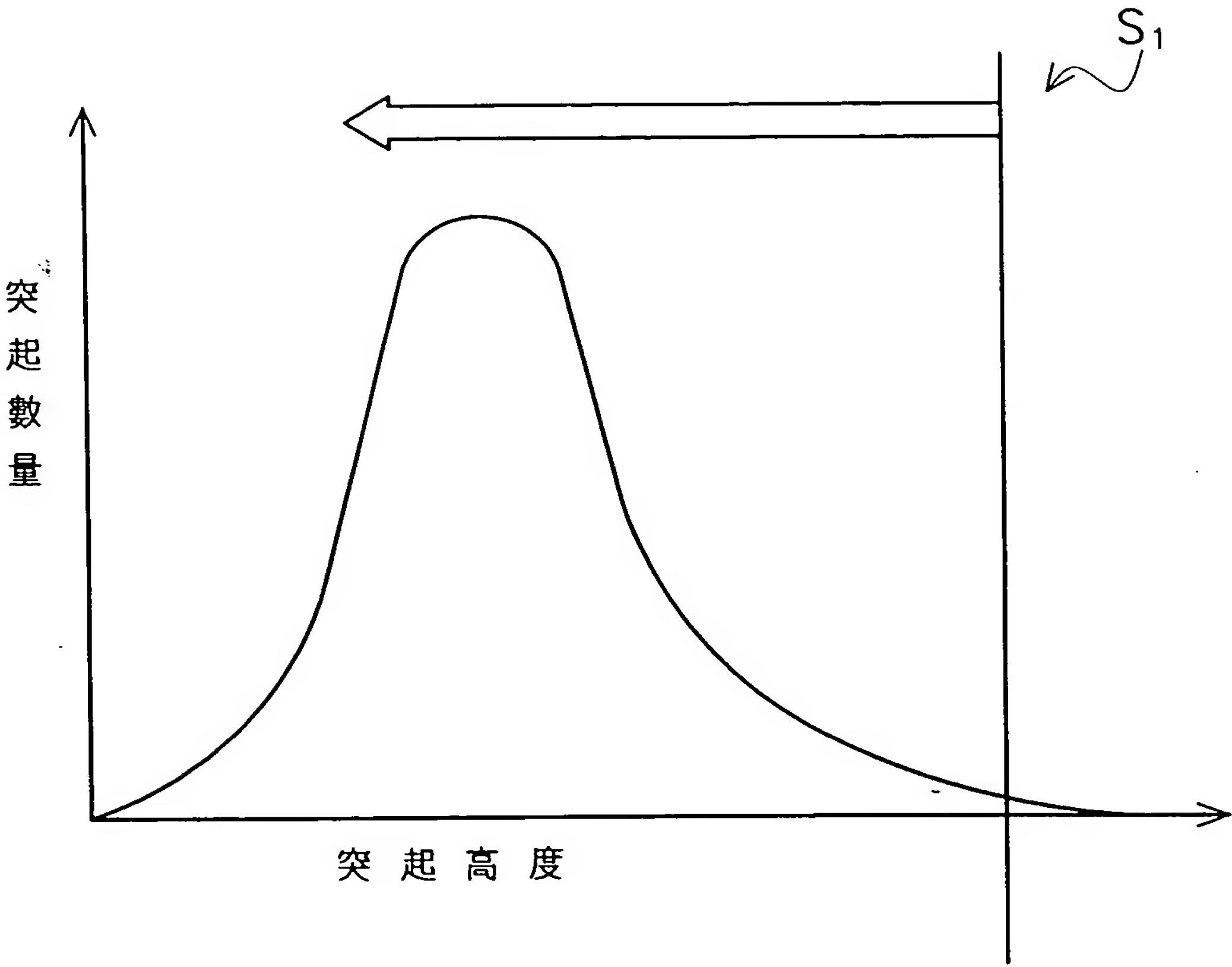
第 3E 圖



第 3F 圖

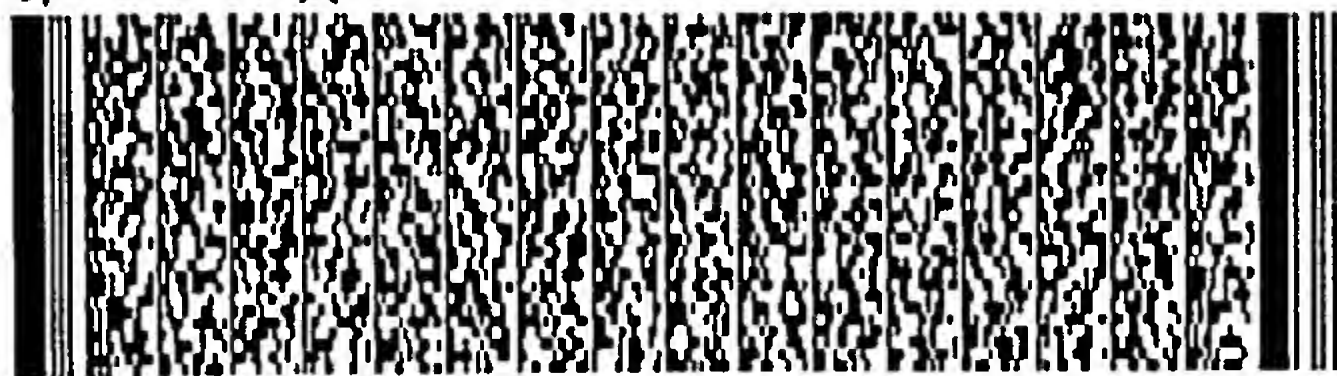


第 3G 圖



第 4 圖

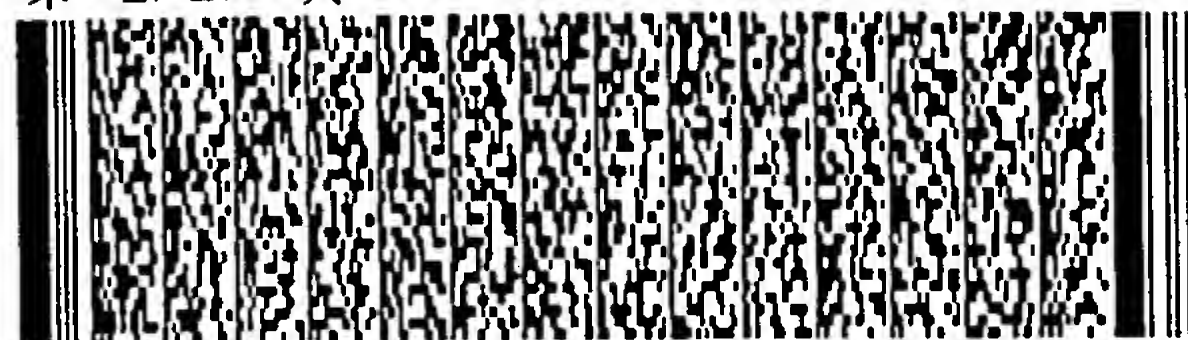
第 1/22 頁



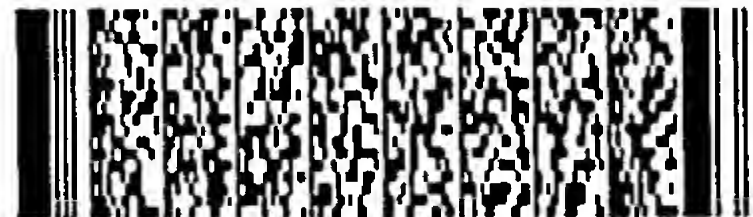
第 2/22 頁



第 2/22 頁



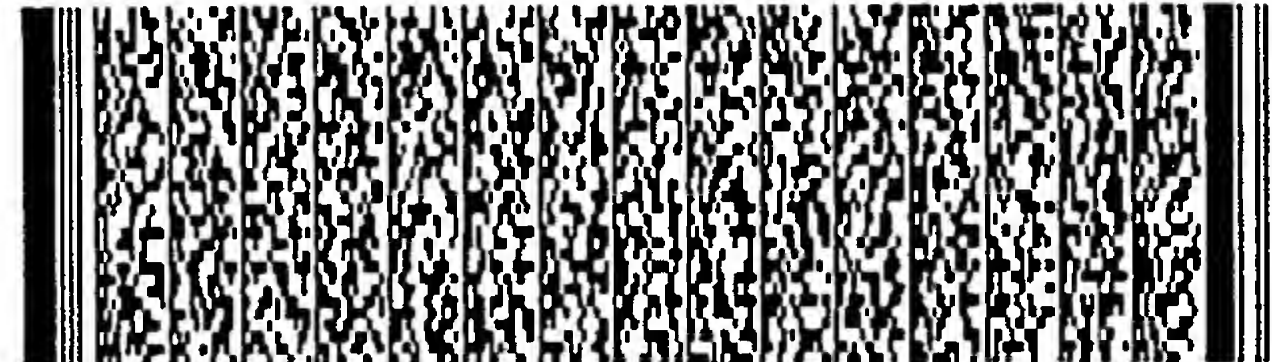
第 3/22 頁



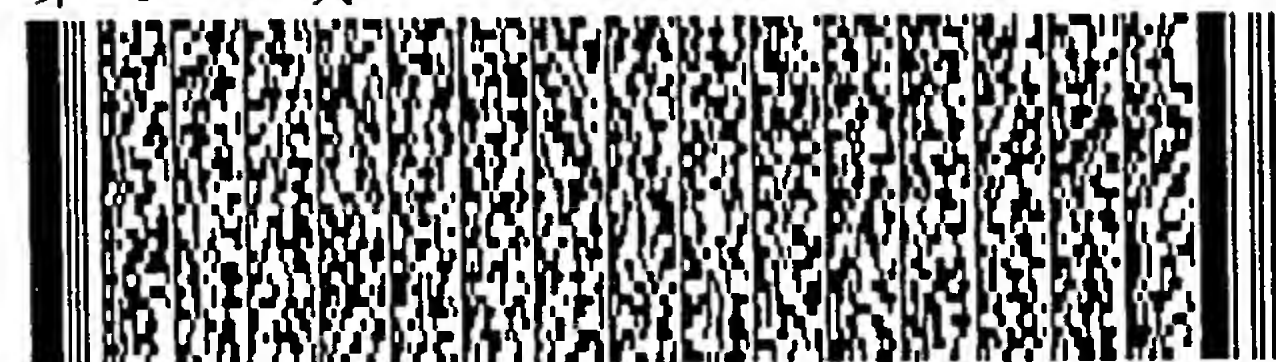
第 4/22 頁



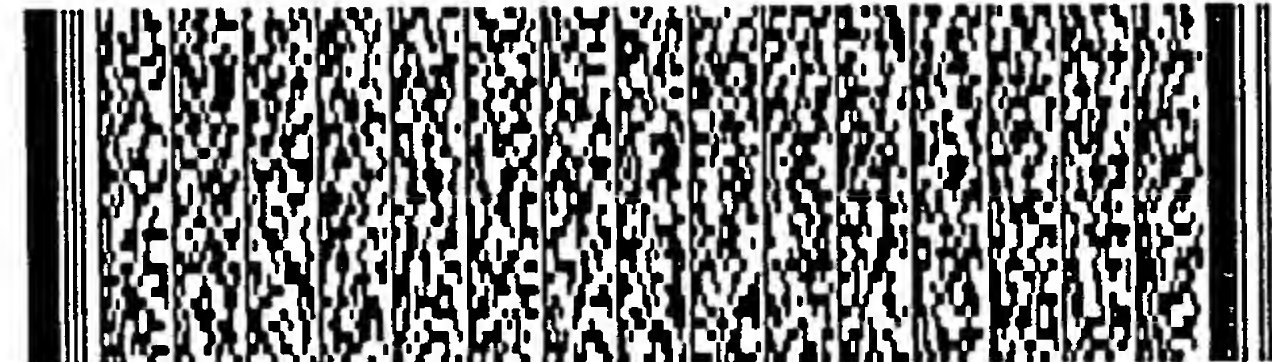
第 5/22 頁



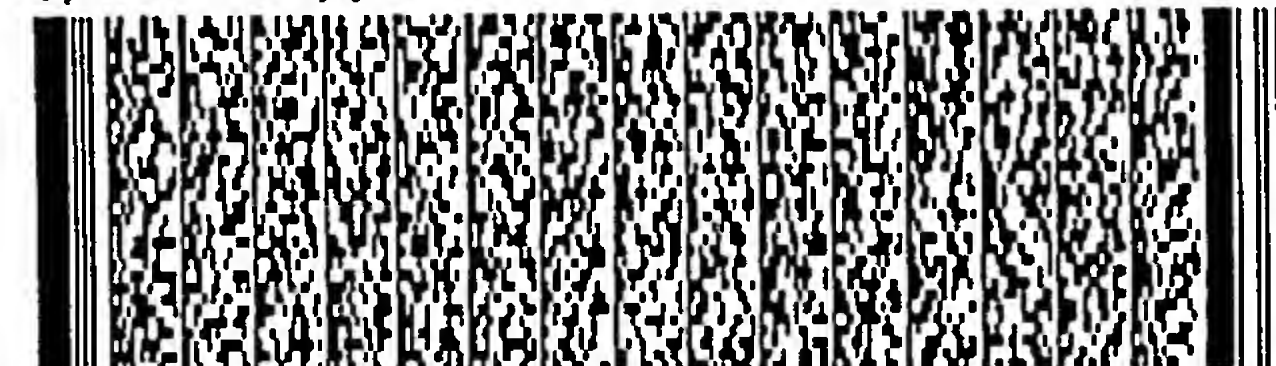
第 5/22 頁



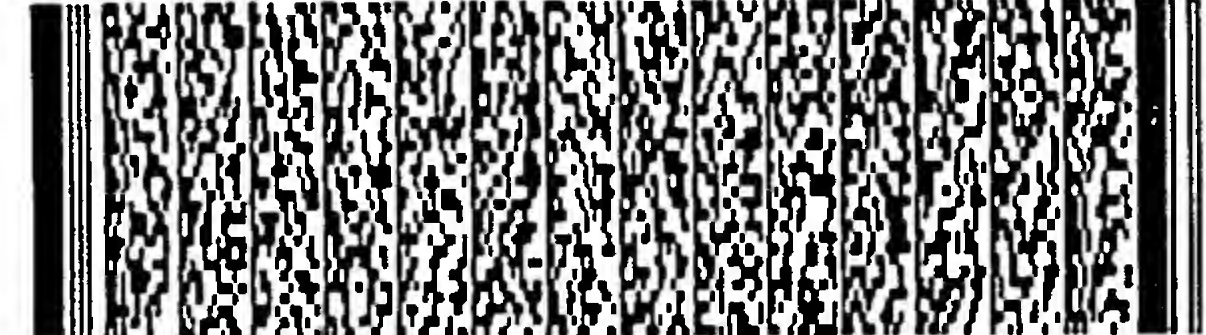
第 6/22 頁



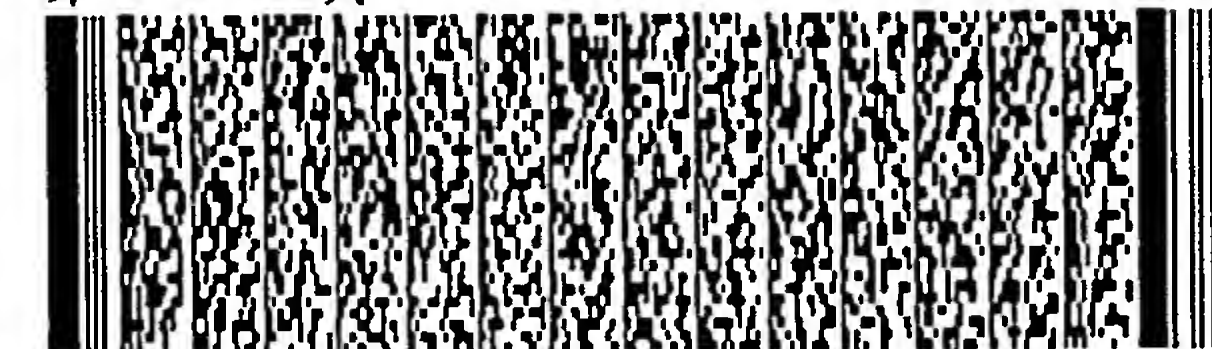
第 6/22 頁



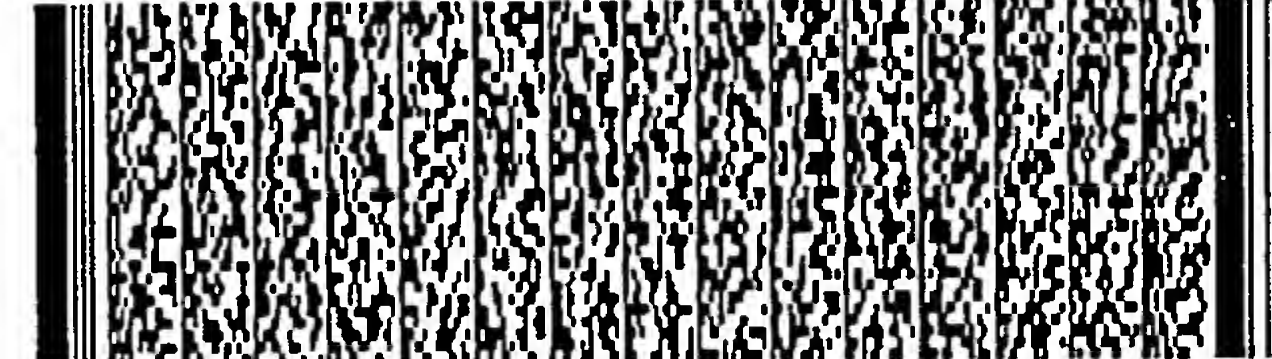
第 7/22 頁



第 7/22 頁



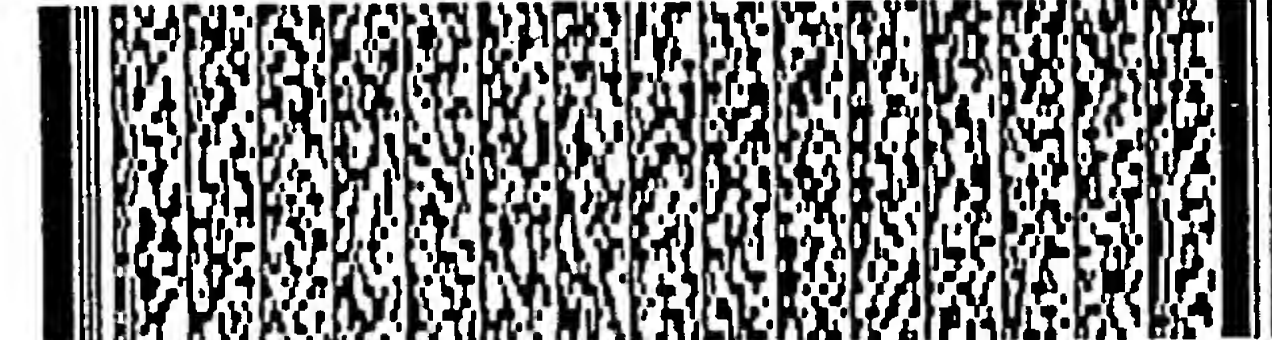
第 8/22 頁



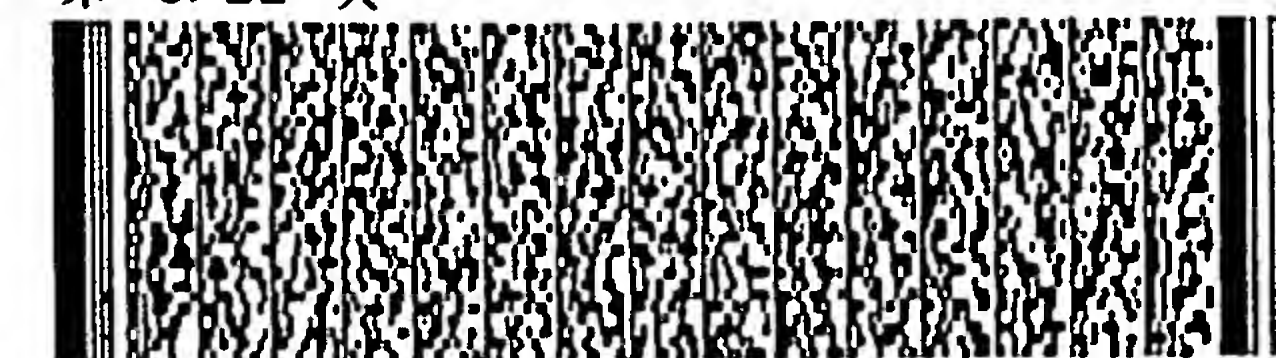
第 8/22 頁



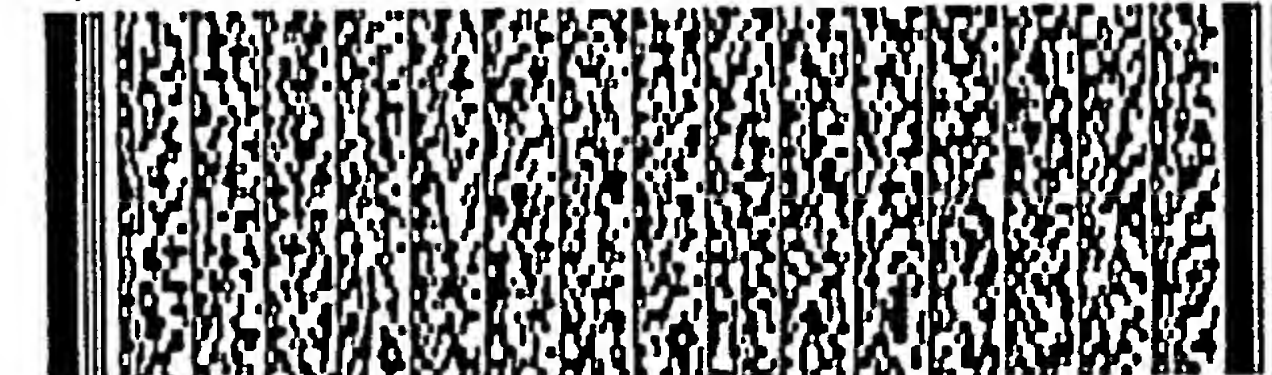
第 9/22 頁

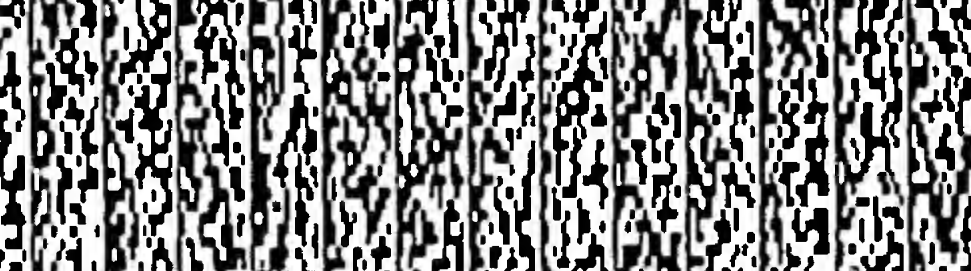






第 9/22 頁



第 10/22 頁





100


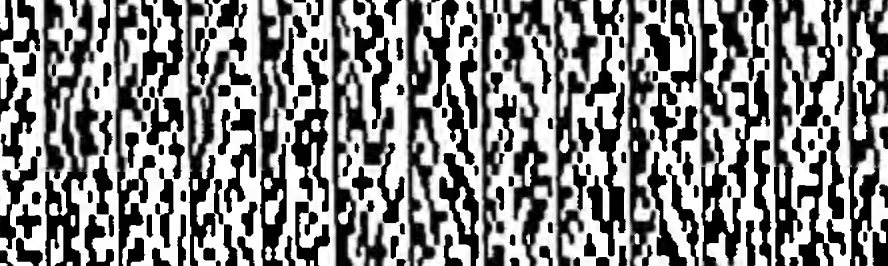

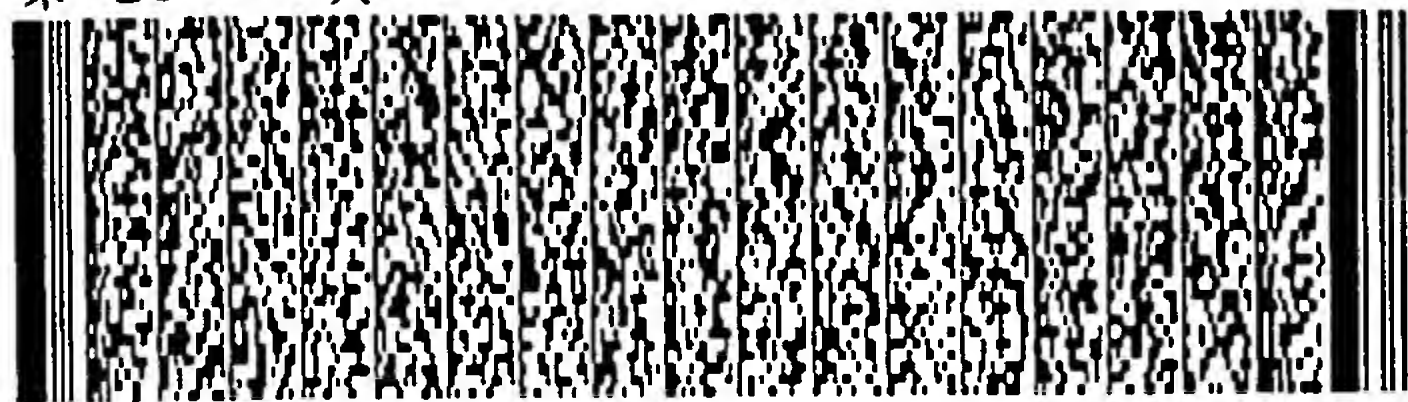
[illegible]

Figure 1. A schematic diagram of the experimental setup. The subject is seated in a chair, viewing a screen displaying a target (a red dot) and a starting point (a black dot). The subject's hand is positioned at the starting point, and the target is located at a distance of 10 cm from the starting point. The subject is instructed to move the hand to the target as quickly and accurately as possible. The screen is positioned at a distance of 10 cm from the starting point. The subject's hand is positioned at the starting point, and the target is located at a distance of 10 cm from the starting point. The subject is instructed to move the hand to the target as quickly and accurately as possible. The screen is positioned at a distance of 10 cm from the starting point.

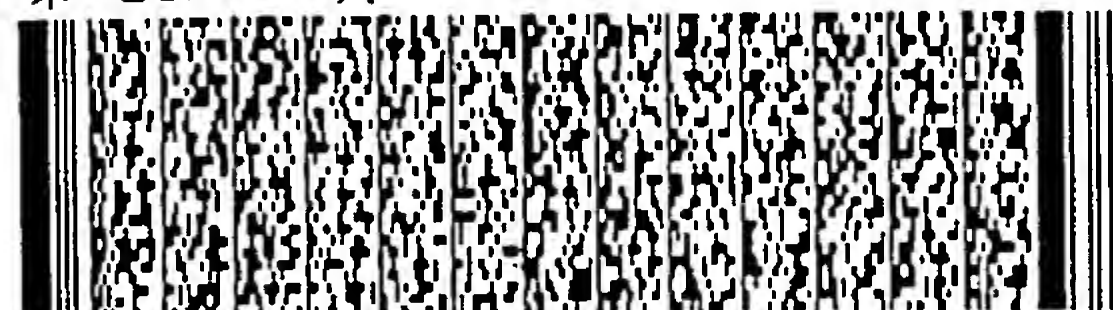
第 20/22 頁



第 21/22 頁



第 21/22 頁



第 22/22 頁

